PC Games Hardware
www.pcgameshardware.de ▪ www.pcghx.de
€ 5,99 | 02/2011
Österreich € 6,80 | Schweiz sfr 12,– |
Holland/Belgien/Luxemburg € 7,–
4 195756 805996 02

SONDERHEFT

Ausgabe 02/2011

PCGH-Tuning-CD
1.000 Seiten des Kultmagazins PCGH Extreme als PDF, Tools & Vollversionen

NEU!

PCGH Extreme Tuning 2011

So wird Ihr PC kühler, schneller & leiser

PCs flüsterleise

›› **PCGH-Praxisguide:** Mit welchen Mitteln Sie Ihren Rechner nahezu lautlos machen können ab S. 51

Extreme Casemods

›› **Die schönsten Bilder und Bauanleitungen:** Top-Casemodder stellen ihre besten Projekte vor ab S. 68

›› **Praxis-Special** auf 10 Seiten! ‹‹

Profi-Tuning: Volt-Mods

›› **Spannung selbst ändern:** Hintergrundwissen plus Anleitungen für Grafikkarten und Mainboards ab S. 16

NFOTAINMENT
Datenträger enthält Lehr- oder Infoprogramme

›› Ab Seite 26
RAM-Tuning
Die besten Performance-Tipps für Ihren Arbeitsspeicher

›› Ab Seite 32
History: Overclocking
Rückblick auf eineinhalb Jahrzehnte CPU-Übertaktung

CD-Inhalte: Vollversionen ›› 4 Top-Vollversionen Tools ›› Die besten OC-Hilfsprogramme Artikel & Hefte ›› Mehr als 1.000 Seiten als PDF-Datei

equipped with
SILENTWINGS
TECHNOLOGY

„Kennst du dieses Gefühl, wenn dein Rechner auf Volllast läuft und keiner es hört?“

be quiet! präsentiert:

DER NEUE DARK ROCK PRO

Die neuste Generation der CPU-Kühler

Das Flaggschiff der neuen be quiet! CPU-Kühler-Serie. Garantiert minimale Geräuschentwicklung bei maximaler Kühlleistung.

Silent Wings Technology:
- Antivibrationsbefestigung
- Strömungsoptimierte Lüfterblätter

Doppel-Tower Thermomanagement:
- Luftstromoptimiertes Lamellendesign
- Kühlungseffiziente Heatpipe-Anordnung

Mit vollvernickelten Metall-Oberflächen und gebürsteter Vollaluminium-Abdeckung. Für höchste Ansprüche an Leistung und Design.

Mehr Informationen erhalten Sie auf be-quiet.net oder auf facebook.com/bequietfans

Die DARK ROCK-Serie ist erhältlich bei: www.alternate.de, www.arlt.de, www.atelco.de, www.brack.ch, www.caseking.de, www.conrad.de, www.digitec.ch, www.hoh.de, www.kmelektronik.de, www.mindfactory.de, www.snogard.de

be quiet!®

Editorial

Wahrhaft extreme Themen in der Tradition des PCGHX-Heftes bringt unsere jüngste Sonderausgabe mit dem Titel „Tuning 2011“

Christian Gögelein
Stellvertretender Chefredakteur

Kühlen, modden, übertakten – PC-Freunde, die gerne an Ihrem Rechner schrauben, bekommen endlich wieder frisches Lesefutter: Zwei Jahre nach dem Ende der Extreme-Reihe bringen wir mit dem jüngsten Sonderheft eine von Fans lange erwartete Neuauflage, die in weiten Teilen an das alte Extreme-Konzept angelehnt ist.

Übertakten, kühlen, modden

Wie im Original-Extreme-Heft besteht die Sonderausgabe aus den drei Rubriken Overclocking, Kühlung und Modding. Im Bereich Overclocking bildet das Thema „Volt-Mods“ den Schwerpunkt – Spannungsmodifikationen dürften wohl noch nie derart ausführlich in einer Printpublikation erläutert worden sein.

Im Kühlungsteil montieren wir einen komplett lautlosen PC und gehen der Frage nach, ob ein solcher 0-Sone-Rechner überhaupt spieletauglich ist oder heruntergetaktet werden muss. Schließlich zeigen wir, wie man mithilfe von „Fanducts“ den Luftstrom optimieren kann. Für die Rubrik Casemods haben wir drei außergewöhnliche Gehäuseumbauten ausgewählt; ihre Konstrukteure geben uns einen detaillierten Einblick in ihre Arbeit und zeigen, wo die größten Hürden lauern.

CD mit Top-Tools

Die CD ist darüber hinaus prall gefüllt mit vier tollen Vollversionen, Übertakter-Tools und PDF-Dateien. So finden Sie unter anderem alle bislang erschienenen Ausgaben von PCGH Extreme als PDF auf der Silberscheibe.

Viel Spaß mit dem Sonderheft wünscht Ihnen Ihre PC-Games-Hardware-Redaktion!

Weitere PCGH-Hefte

Die Ausgabe PCGH 07/2011 erscheint wie üblich am ersten Mittwoch des Monats, also am 1. Juni 2011. Darin finden Sie unter anderem ein großes Mini-PC-Special, einen Praxisartikel zum Thema „Grafikkarten undervolten“ sowie alles über die kommenden Prozessoren 2011 und 2012. Noch am Kiosk liegt bis Ende Mai unser Premium-Heft zum Thema „BIOS und UEFI“ (06/2011) – es enthält jede Menge Tuning-Tipps, ein Booklet und eine Update-CD. Alle Hefte bekommen Sie unter: www.pcgh.de/go/heft.

Hinweis: Cover-Abbildungen unverbindlich

PC Games Hardware
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER
www.pcgh.de • www.pcghx.de

computec MEDIA

Ein Unternehmen der MARQUARD MEDIA AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag	Computec Media AG Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth Telefon: 0911/2872-100 Telefax: 0911/2872-200 redaktion@pcgameshardware.de www.pcgameshardware.de | www.pcghx.de
Vorstand	Albrecht Hengstenberg (Vorsitzender), Rainer Rosenbusch
Chefredakteur (V.i.S.d.P.)	Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift
Stellv. Chefredakteur	Christian Gögelein (cg)
Leitender Redakteur	Marco Albert (ma)
Redaktion	Frank Stöwer (fs), Daniel Möllendorf (dm), Carsten Spille (cs), Raffael Vötter (rv), Marc Sauter (ms), Andreas Link (al), Stephan Wilke (sw), Lars Craemer (lc)
Product Manager	Daniel Waadt (dw)
Mitarbeiter dieser Ausgabe	Andreas Zuber (az), Holger Dassler (hd), Daniel Andre-Reinelt (dar) Jan Reichelt (jr), Martin Jungowski (mj), Eric Herrmann (eh),
Lektorat	Margit Koch-Weiß (Ltg.), Birgit Bauer, Claudia Brose, Esther Marsch, Natalja Schmidt
Layout	Frank Pfründer (Ltg.), Hans Strobel
Bildredaktion	Albert Kraus (Ltg.), Tobias Zellerhoff
Titelgestaltung	Frank Pfründer
Fotografie Heft	tb, cg, ma, cs, dm, fs, dw, sw, rv, ms
Bildnachweis	Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware
CD, DVD, Video	Jürgen Melzer (Ltg.), Alexander Wadenstorfer, Björn von Bredow, Thomas Dziewiszek, Jasmin Sen, Michael Schraut, Daniel Kunoth
Verlagsleiter	Hans Ippisch
Vertriebskoordination	Sabine Eckl-Thurl
Marketing	Jeanette Haag, Christina Seifferth
Produktion	Martin Closmann, Jörg Gleichmar

www.pcgameshardware.de

Chefredakteur Online	Thilo Bayer
Redaktion	Andreas Link, Christian Gögelein, Marco Albert, Frank Stöwer, Daniel Möllendorf, Carsten Spille, Marc Sauter, Raffael Vötter
Entwicklung	Markus Wollny (Ltg.), Falk Jeromin, René Giering, Aykut Arik, Tobias Hartlehnert
Webdesign	Tony von Biedenfeld, Emanuel Popa

Anzeigen
CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

Anzeigenleiter
Gunnar Obermeier
verantwortlich für den Anzeigenteil, Adresse siehe Verlagsanschrift

Anzeigenberatung Print

Peter Elstner:	Tel.: +49 911 2872-252;	peter.elstner@computec.de
Wolfgang Menne:	Tel.: +49 911 2872-144;	wolfgang.menne@computec.de
René Behme:	Tel.: +49 911 2872-152;	rene.behme@computec.de
Bernhard Nusser:	Tel.: +49 911 2872-254;	bernhard.nusser@computec.de
Gregor Hansen:	Tel.: +49 221 2716-257;	gregor.hansen@computec.de

Anzeigenberatung Online freeXmedia GmbH, Deelbögenkamp 4c, 22297 Hamburg
Telefon: Tel.: +49 40 513 06-650, Fax: +49 40 513 06-960
E-Mail: werbung@freeXmedia.de

Anzeigendisposition anzeigen@computec.de
Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 24 vom 01.01.2011.

PC Games Hardware wird in den AWA- und ACTA-Studien geführt. Ermittelte Reichweite: 351.000 Leser

Abonnement – http://abo.pcgameshardware.de
Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt über unser Partnerunternehmen DPV Direct GmbH:

Post-Adresse:
Leserservice Computec, 20080 Hamburg, Deutschland

Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr Computec-Team unter:

Deutschland
E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 01805-7005801*, Fax: 01805-8618002*
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

Österreich, Schweiz und weitere Länder:
E-Mail: computec@dpv.de, Tel: ++49-1805-8610004, Fax: ++49-1805-8618002
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr

Abonnementpreis für 12 Ausgaben: Magazin € 47,88 (€ 51,60 Österreich, € 59,88 Ausland),
DVD € 60,- (€ 67,20 Österreich, € 72,- Ausland), Premium € 86,- (€ 94,20 Österreich, € 98,- Ausland)

Einzelversand/Nachbestellung
Online: www.pcgh.de/go/shop, E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: Tel.: 01805-7005801*, Fax: 01805-8618002*
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DPV Network GmbH, Postfach 570 412, 22773 Hamburg, Internet: www.dpv-network.de
Druck: RR Donnelley Europe, ul. Obroncow Modlina 11, 30-733 Krakau, Polen

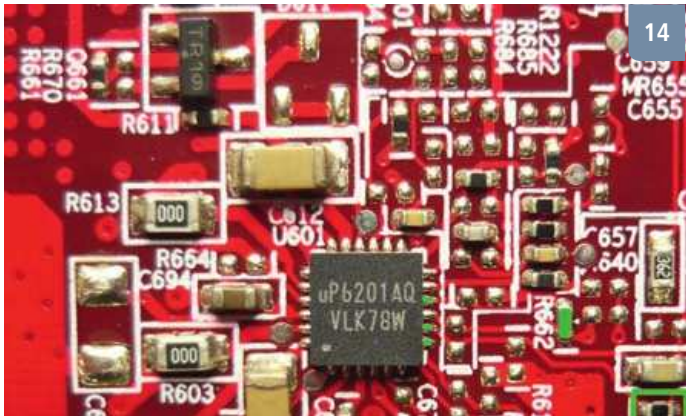
COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Annett Heinze, Anschrift siehe oben.

Einsendungen Manuskripte und Programme:
Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.

MARQUARD MEDIA

Deutschsprachige Titel: SFT, WIDESCREEN, PC GAMES, PC GAMES HARDWARE, PC ACTION, N-ZONE, GAMES AND MORE, KIDS ZONE, BUFFED, GAMES AKTUELL, PLAY 3, COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE
Internationale Zeitschriften:
Polen: COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, PLAYBOY, CKM, VOYAGE, OLIVIA, HOT
Ungarn: JOY, SHAPE, ÉVA, IN STYLE, FITT MAMA, JOY CELEBRITY, PLAYBOY, CKM, DESIGN ROOM

Heftinhalt



Overclocking: Volt-Mods

Volt-Modding gehört zu den Königsdisziplinen unter Übertaktern, die das Letzte aus Ihrem Rechner holen wollen. Wir zeigen, worauf es dabei ankommt.

Kühlung: Überblick

Wasser-, Luft- oder vielleicht doch eine Kompressorkühlung? Unser Grundlagenartikel erläutert verschiedene Kühlsysteme und ihre optimalen Einsatzzwecke.

Casemods: Wall-E Reloaded

Wie der aufwendige und mit Spezialeffekten ausgestattete Wall-E-Reloaded-PC entstand, beschreibt der Casemodder auf sieben Seiten und mit zahllosen Fotos.

Impressum/Editorial 3

Heftinhalt 4

Overclocking

Startseite 6
Folding@home & Hwbot 8
Extrem-Übertakten 10
Rekordversuch von „thelamer"

Volt-Mods 16
Einführung in die Manipulation von Spannungsversorgungen

Volt-Mods: Grafikkarten 22
Einführung in die Manipulation von Spannungsversorgungen

Volt-Mods: Mainboards 24
Einführung in die Manipulation von Spannungsversorgungen

Speichertuning 26
RAM voll ausreizen – Speicherausstattungen im Vergleich

Geschichte CPU-Overclocking 32
Rückblick auf 15 Jahre Übertaktung

Profitipps BIOS 36
Die besten Tipps fürs BIOS-Tuning

BIOS-Tuning 40
Das BIOS im Handumdrehen aktualisieren

Kühlung

Startseite 44
Überblick: Kühlung 46
Kühlungsarten und -ansätze im Vergleich

Der 0-Sone-PC 51
Der lautlose Spiele-PC

Fanducts 56
Luftstrom optimal leiten

Casemods

Startseite 58
Basiswissen 60
Casemod-Grundlagen

Kabel sleeven 64
Kabelstränge perfekt verpacken

White Devil 68
Casemod-Tagebuch zum Bau des „White Devil"

Black loves Aqua 72
Casemod-Tagebuch zum Bau des „Black loves Aqua"

Wall-E Reloaded 76
Casemod-Tagebuch zum Bau des „Wall-E Reloaded"

Inhalt der Heft-CD

Die CD im Überblick

VOLLVERSIONEN UND SPECIALS

- Ashampoo HDD Control
- Burning Studio Elements
- Winoptimizer 6
- Internet Accelerator 3

PDF-DATEIEN

- PCGH Extreme: Alle Ausgaben der Jahrgänge 2008 und 2009
- Mehr als 1.000 PDF-Seiten Lesestoff

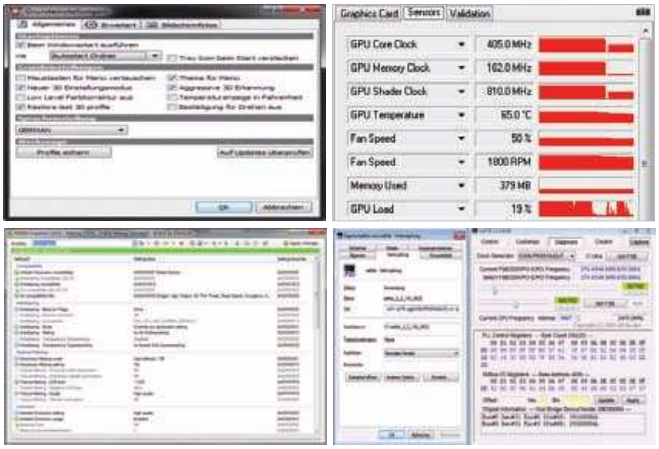
Das CD-Symbol im Heft

Viele Heftartikel werden durch Bonusmaterial auf der CD ergänzt, darunter Fotos, Tools, Videos oder passende Artikel im PDF-Format. Auf solche CD-Inhalte weist Sie stets dieses Symbol hin.

PCGH-Tools

21 uneingeschränkte Profi-Tools, unter anderem von PC Games Hardware. Eine Auswahl:

- **Ati Tray Tools**
- **Core Temp, CPU-Z, GPU-Z**
- **Fraps**
- **PCGH-SSAA-Tool (inkl. 64-Bit-Signierung)**
- **PCGH VGA-Tool**
- **Powerstrip**
- **Rivatuner**
- **Speedfan, Superpi**
- **Sysinternals Suite und viele andere**



Ashampoo HDD Control v.1.12

HDD Control überwacht die Festplatte und schlägt Alarm, wenn zum Beispiel die Temperatur über einen kritischen Wert steigt. Außerdem enthält das Tool einige Tuning-Komponenten, unter anderem eine Defragmentierung und eine Säuberungsfunktion.

- **Titel: Ashampoo HDD Control v.1.12**
- **Art: Festplatten-Tool**
- **Internet-Registrierung erforderlich**

Ashampoo Internet Accelerator 3

Ashampoo Internet Accelerator 3 analysiert Ihren Computer und optimiert alle relevanten Einstellungen mit einem einzigen Klick. Sie brauchen keine weiteren Kenntnisse; wählen Sie einfach die automatische Optimierung – fertig! Zusätzlich zur automatischen Optimierung haben die Nutzer natürlich auch Zugriff auf die einzelnen Einstellungen und können diese selbst verändern.

- **Titel: Ashampoo Internet Accelerator 3**
- **Art: Tuning-Tool**
- **Internet-Registrierung erforderlich**

Ashampoo WinOptimizer 6 v.6.60

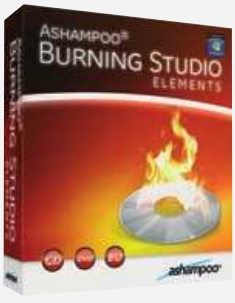
Der Winoptimizer ist ein Klassiker unter den Windows-Tools. Mit der Version 6, die natürlich auch unter Windows 7 läuft, können Sie Speicher, Windows und die Internetverbindung sowie viele weitere Parameter optimieren.

- **Titel: Ashampoo WinOptimizer 6 v.6.60**
- **Art: Tuning-Tool**
- **Internet-Registrierung erforderlich**

Burning Studio Elements 10.0.4

Brennen Sie komfortabel CDs, DVDs und sogar Blu-ray-Discs – mit dem Burning Studio 10 gelingt dies im Handumdrehen. Das Brennprogramm überzeugt vor allem durch seine einfache Bedienung.

- **Titel: Ashampoo Burning St. Elements v.10.0.4**
- **Art: Brennprogramm**
- **Internet-Registrierung erforderlich**



Overclocking

Neuigkeiten rund um das Thema Overclocking

SR-2-Wahnsinn

Die OC-Legende Vince „kIngpIn" Lucido hat zusammen mit dem (Volt-)Modding-Profi „TiN" zwei CPUs und vier Grafikkarten übertaktet.

Insgesamt kamen sieben Container für Flüssigstickstoffkühlung zum Einsatz: zwei für die Xeon-X5690-Prozessoren, vier für die Geforce-GTX-580-Grafikkarten und einer für die Northbridge der Sockel-1366-Platine Evga SR-2. Gleich drei 1.200-Watt-Netzteile übernahmen die Stromversorgung. Der Lohn der Mühe: 79.364 Punkte im 3D Mark Vantage (Performance-Preset) und 24.347 Punkte im neuen 3D Mark 11 (Performance-Preset). Was hält der langjährige 3D-Bencher „kIngpIn" eigentlich vom neuen 3D Mark? „Der Benchmark stresst mich weniger als Vantage mit dem SR-2-Setup. Der Leistungszuwachs mit Quad SLI ist nicht so gut und die Optik ist nicht die beste, aber im Großen und Ganzen ist es ein guter Benchmark." *(sw)*

Hwbot Rev. 4 in den Startlöchern

Nach mehreren Verspätungen ist die Neuauflage von Hwbot einsatzbereit. Wir haben uns bereits auf dem Test-Server umgesehen.

Das Hauptziel der Revision 4 ist es, Übertaktern unterschiedliche Ligen zur Verfügung zu stellen. In der Pro OC League treten professionelle Übertakter an, die von Firmen unterstützt werden oder gar selbst bei einem Hardware-Hersteller angestellt sind. In der Overclocker League finden sich diejenigen zusammen, die zwar extreme Kühlmethoden nutzen, aber nur kaum oder gar nicht von Herstellern unterstützt werden. Die Teilnehmer in der Enthusiast League erhalten ebenfalls keine Unterstützung, verwenden aber zudem keine Extremkühlungen. Darüber hinaus haben die Hwbot-Macher verschiedene Anpassungen an den Algorithmen zur Punktberechnung vorgenommen. Ein Ziel dieser Maßnahme ist es, sogenanntes Hardware Sharing, also das Herumreichen besonders taktfreudiger Hardware an möglichst viele Teammitglieder, unattraktiv zu machen. Wir rechnen zwar noch mit diversen Detailanpassungen, dem ersten Anschein nach hat das PCGH-Team aber viel Arbeit vor sich, um die verlorenen Ränge gutzumachen. Wichtig: Der Rev.-4-Screenshot basiert auf einem etwas älteren Datensatz. *(sw)*

GTX-580-OC

Am 6. Mai präsentierte der Übertakter „NickShih", der zu diesem Zeitpunkt die Hwbot-Rangliste anführte, ein besonderes Ergebnis.

Er übertaktete eine Asus Geforce GTX 580 Direct CU II um 115 Prozent auf 1.681/3.360 MHz (GPU/Shader). Im 3D Mark 03 erreichte „NickShih" so zusammen mit einem Core i7-990X (ES) @ 6.615 MHz 181.597 Punkte. Das reichte zwar nicht ganz, um „stummerwinter" vom ersten Platz im Single-GPU-Ranking aller GTX-580-Modelle zu verdrängen, allerdings hat bisher niemand den Chip einer GTX 580 mit mehr Takt durch den Benchmark gejagt. *(sw)*

Revision 3

HWBOT Team Ranking

▼ = rank down | ▲ = rank up | ● = no change

Rank	Day	Week	Month	Points	Team
Team rankings.					
1.	●	●	▲	43283.90	Team Russia
2.	●	●	▼	43060.30	PC Games Hardware
3.	●	●	●	42340.80	Team OCX
4.	●	●	●	37736.60	AwardFabrik
5.	●	●	●	37550.10	PURE
6.	●	●	●	36728.50	Bench Tec UK
7.	●	▲	●	31359.70	Hellas Overclocking Team
8.	●	▼	●	31244.90	OCAlliance
9.	●	●	●	30055.10	Team MXS ModLabs.net
10.	●	●	●	24405.50	HardwareLuxx Germany

Revision 4

Team League

1	Team OCX	33366.13 pts
2	PURE	32375.69 pts
3	Team Russia	30246.13 pts
4	AwardFabrik	27868.21 pts
5	Bench Tec UK	27621.49 pts
6	PC Games Hardware	26969.73 pts
7	Team MXS ModLabs.net	25014.43 pts
8	Hellas Overclocking Team	22026.38 pts
9	HardwareLuxx Germany	21090.51 pts
10	OCAlliance	21024.33 pts

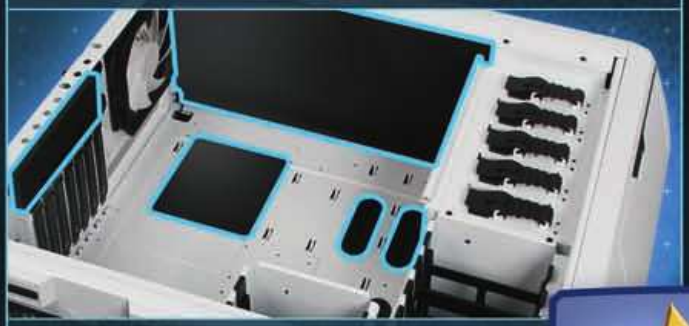
Name	NVIDIA GeForce GTX 580				
GPU	GF110	Revision	A1		
Technology	40 nm	Die Size	520 mm²		
Release Date	Nov 09, 2010	Transistors	3000M		
BIOS Version	70.10.12.00.01				
Device ID	10DE - 1080	Subvendor	ASUS (1043)		
ROPs	48	Bus Interface	PCI-E 2.0 x16 @ x16 2.0		
Shaders	512 Unified	DirectX Support	11.0 / SM5.0		
Pixel Fillrate	80.7 GPixel/s	Texture Fillrate	107.6 GTexel/s		
Memory Type	GDDR5	Bus Width	384 Bit		
Memory Size	1536 MB	Bandwidth	249.6 GB/s		
Driver Version	nv4_disp 6.14.12.6658 (ForceWare 266.58) / XP				
GPU Clock	1681 MHz	Memory	1300 MHz	Shader	3360 MHz
Default Clock	702 MHz	Memory	1300 MHz	Shader	1564 MHz

CASEKING.de

präsentiert:

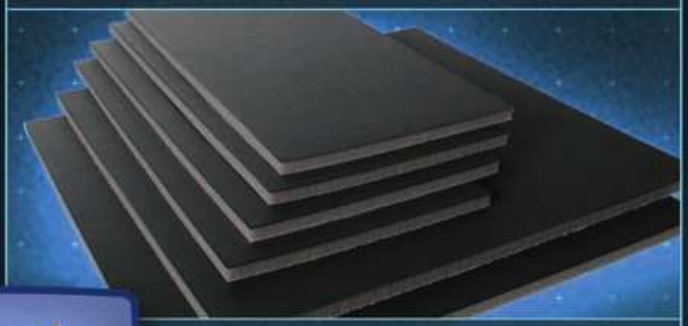
Der professionelle Modding-Service von CASEKING rund um GEHÄUSE, MAINBOARDS und GRAFIKKARTEN!

SCHALLDÄMMUNG



- vorinstallierte Schalldämmung vom **King Mod Service**
- PUR-Ester-Akustik-Schaumstoff sorgt für optimale Geräuschdämpfung und absorbiert Vibrationen
- mehr als **70 Modelle** verfügbar

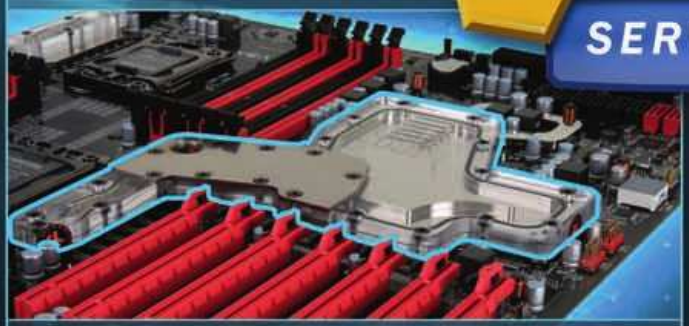
DÄMMKITS



- separate Dämmkits als Gehäuse- oder Universalset
- einfache Installation durch selbstklebende Rückseite
- individuell zugeschnitten vom **King Mod Service**
- perfekte Passgenauigkeit zum Spitzenpreis

KING MOD SERVICE

WASSERKÜHLUNG



- Wasserkühlung auf Grafikkarten und Mainboards vom **King Mod Service** vorinstalliert
- professioneller Umbau mit voller Herstellergarantie
- maximale Leistung bei geringer Geräuschentwicklung

LUFTKÜHLUNG

- preisgekrönter Hochleistungs-Kühlkörper vom **King Mod Service** vorinstalliert
- professioneller Umbau mit voller Herstellergarantie
- frei wählbare Lüfterbestückung
- erhältlich mit **EVGA GeForce** und **XFX Radeon HD** Grafikkarten

VOLLE HERSTELLER-GARANTIE

UMBAU DURCH PROFIS

SPITZENPREIS

KURZE ZEIT NACH LAUNCH ERHÄLTLICH

www.caseking.de/kingmod

Die PC-Games-Hardware-Teams

F@H & Hwbot: Die Besten

Gemeinsam sind wir stark – dieses Motto gilt für das Hwbot- und Folding@Home-Team von PC Games Hardware gleichermaßen. Jeder ist willkommen!

Folding@Home, kurz F@H, ist ein Projekt des Pande Lab der Stanford University. Die Rechenleistung der Hardware wird mittels verteilten Rechnens (Distributed Computing) dazu genutzt, die Struktur von Proteinen zu verstehen und dadurch die Entstehung von Krankheiten wie Alzheimer oder Krebs zu erforschen und Hinweise zur Heilung zu erhalten. Nicht nur PCGH-Leser, sondern auch Nutzer aus der ganzen Welt helfen mit. Zu welchen Erkenntnissen die Forscher bisher hinsichtlich des Aufbaus von Proteinen gelangt sind, haben wir unter Bonuscode 27HH verlinkt. Bei Folding@Home liegt das PCGH-Team mit 892.320.174 Punkten derzeit auf Platz 19 der Weltrangliste (Stand: 11.5.) und hat insgesamt über 4.000 Mitglieder. Regelmäßig wählen die F@H-Fans des PCGH-Teams den „Falter des Monats", der sich in dem jeweiligen Monat besonders hervorgetan hat. Dieser erhält dann einen Hardware-Preis, zum Beispiel eine Grafikkarte oder ein Netzteil, mit dem er seine Punkteausbeute erhöhen kann.

Folding @ Home: Teaminterne Rangliste

Rang (Team)	Rang (global)	Teammitglied	Punkte	WUs (Work Units)
1.)	56.)	TheWasp	112.573.778	144.289
2.)	277.)	Kapitan	41.633.961	61.231
3.)	677.)	TECRIDER	21.320.312	11.710
4.)	683.)	madgerrit39	21.201.101	42.877
5.)	888.)	Muschkote	16.989.166	14.962
6.)	914.)	Cyrano68	16.613.663	11.697
7.)	1.059.)	Zubertus	14.654.193	29.815
8.)	1.099.)	Leopardgecko	14.162.871	28.358
9.)	1.259.)	Standeck	12.855.430	19.183
10.)	1.632.)	PS3-733	10.400.596	16.925
11.)	1.675.)	T0Mat0	10.157.148	12.777
12.)	1.718.)	mattifolder	9.984.284	17.724
13.)	1.753.)	brauni wrn	9.762.797	24.160
14.)	1.940.)	SilentKilla	8.938.051	14.761
15.)	2.080.)	The_Master_of_MORARE	8.459.621	11.498
16.)	2.139.)	Thornscape	8.222.642	12.396
17.)	2.330.)	MESeidel	7.573.329	15.201
18.)	2.377.)	=ADG=Mike GERMANY	7.447.107	5.948
19.)	2.423.)	PCGH_Team_Account	7.279.640	25.427
20.)	2.640.)	Perseus88	6.755.730	9.051
21.)	2.729.)	Hamartia	6.587.007	13.608
22.)	2.732.)	A.Meier-PS3	6.578.487	7.516
23.)	2.963.)	acer86	6.112.886	3.253
24.)	3.002.)	Grinser8	6.052.993	11.917
25.)	3.019.)	Knutowskie	6.027.068	6.923
26.)	3.075.)	lordraphael1000	5.921.427	9.531
27.)	3.094.)	Ratzinger_Sepp	5.880.332	10.344
28.)	3.612.)	Henninges	5.065.520	7.424
29.)	3.654.)	PCGH_Thilo	5.014.201	8.867
30.)	3.662.)	hd0h	5.009.996	2.127
31.)	3.684.)	DesGrauens	4.988.427	6.784
32.)	3.732.)	Schmicki	4.927.643	4.249
33.)	3.813.)	fc	4.827.571	11.932
34.)	4.097.)	RonRonsen	4.511.268	2.446
35.)	4.339.)	jahest	4.267.711	6.975
36.)	4.460.)	RuneDRS666	4.155.129	2.121
37.)	4.463.)	nfsgame	4.151.977	6.645
38.)	4.551.)	PCGH_Carsten	4.071.519	8.291
39.)	4.555.)	Ljay_Marquez86	4.069.279	8.476
40.)	4.675.)	TH-ECK	3.975.916	7.876
41.)	4.970.)	p00nage	3.725.258	2.342
42.)	5.160.)	caine2011	3.578.500	5.830
43.)	5.363.)	RubixX	3.444.839	2.498
44.)	5.380.)	jk	3.436.801	1.743
45.)	5.438.)	HaWePe	3.397.342	5.710
46.)	5.542.)	trucker1963	3.325.901	3.791
47.)	5.585.)	JayxG	3.301.773	4.426
48.)	5.605.)	The_Ian	3.291.127	5.594
49.)	5.647.)	AdamD	3.267.851	4.221
50.)	5.791.)	nooby-on-mp3	3.176.547	5.512

Lust auf Rekordjagd?

Die Overclocking-Datenbank Hwbot bietet ebenfalls die Möglichkeit, sich für das Team von PC Games Hardware zu betätigen. Ob flüssigstickstoffgekühlte Quad-SLI-Systeme oder der erste Pentium: Punkte und virtuelle Pokale sind immer möglich. Das PCGH-Team führte von Ende Dezember bis Anfang Mai das globale Team-Ranking an und liegt derzeit (Stand: 11.5.) auf dem zweiten Rang. Über 450 Mitglieder haben dazu beigetragen, dass das Team über 43.000 Punkte vorweisen kann. Die Umstellung auf die Revision 4 (siehe Seite 6) sorgt dafür, dass es auch in Zukunft genug für das Team zu tun gibt.

Caseking ist von den Qualitäten des Teams überzeugt, unterstützt es mit Preisen für regelmäßig stattfindende Wettbewerbe und bietet Hwbot-T-Shirts an. Jedes Teammitglied erhält ein Exemplar kostenlos (zzgl. Versand), für jedes weitere Shirt zahlen Teammitglieder nur 5 Euro und sparen damit rund die Hälfte gegenüber dem regulären Preis. Interessiert? Der unten abgebildete Bonuscode hilft weiter. *(sw)*

Bonusmaterial

www

Bonuscode
27HH

Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

Hwbot: Benchmark-Teamrekorde

Benchmark	Teammitglied	Ergebnis	Teammitglied	Ergebnis	Teammitglied	Ergebnis
3D Mark 2001 SE	1.) der8auer	131.122 Punkte	2.) Freakezoit	122.769 Punkte	3.) RoccoESA	120.221 Punkte
3D Mark 03	1.) RoccoESA	181.287 Punkte	2.) marcus_T	171.008 Punkte	3.) YellowCaps	158.841 Punkte
3D Mark 05	1.) marcus_T	51.625 Punkte	2.) RoccoESA	51.574 Punkte	3.) Freakezoit	49.708 Punkte
3D Mark 06	1.) RoccoESA	42.046 Punkte	2.) marcus_T	39.945 Punkte	3.) True Monkey	38.079 Punkte
3D Mark Vantage	1.) ZUENDELholz	48.369 Punkte	2.) marcus_T	44.737 Punkte	3.) Hyperhorn	44.223 Punkte
Aquamark	1.) RoccoESA	429.054 Punkte	2.) Freakezoit	422.886 Punkte	3.) Matti OC	413.615 Punkte
Unigine Heaven (DX11)	1.) ZUENDELholz	3.801,59 Punkte	2.) RoccoESA	3.156,42 Punkte	3.) YellowCaps	3.109,23 Punkte
CPU-Z	1.) Alriin	7.505,26 MHz	2.) theLamer	7.364,01 MHz	3.) Icke&Er	6.816,06 MHz
PC Mark 2005	1.) Freakezoit	37.031 Punkte	2.) RoccoESA	29.236 Punkte	3.) Matti OC	28.680 Punkte
Super Pi 1M	1.) RoccoESA	6,375 Sekunden	2.) marcus_T	6,641 Sekunden	3.) Freakezoit	6,656 Sekunden
Super Pi 32M	1.) RoccoESA	5 Minuten 55,562 Sekunden	2.) Dr.House	6 Minuten 15,328 Sekunden	3.) Freakezoit	6 Minuten 20,157 Sekunden
Hexus Pifast	1.) RoccoESA	12,73 Sekunden	2.) Freakezoit	13,2 Sekunden	3.) marcus_T	13,28 Sekunden
Wprime 32M	1.) Hyperhorn	2,250 Sekunden	2.) der8auer	2,855 Sekunden	3.) RoccoESA	2,890 Sekunden
Wprime 1024M	1.) Hyperhorn	58,265 Sekunden	2.) der8auer	1 Minute 29,373 Sekunden	3.) RoccoESA	1 Minute 34,890 Sekunden

Hwbot: Teaminterne Rangliste

Rang	Teammitglied	Punkte (global)	Punkte (Hardware)	Gold-Pokale	Silber-Pokale	Bronze-Pokale
1.)	Matti OC	131,40	5.115,10	168	94	92
2.)	RoccoESA	359,10	4.568,70	58	38	37
3.)	Freakezoit	117,70	3.250,90	94	40	30
4.)	True Monkey	88,90	2.443,80	59	53	37
5.)	UE50	57,70	2.045,10	10	19	12
6.)	MaKo	12,20	1.541,60	3		6
7.)	marcus_T	143,00	1.390,30	2	3	3
8.)	Lippokratis	8,40	1.513,20	147	152	91
9.)	Alriin	108,80	1.261,30	30	40	25
10.)	Dr.House	56,90	1.102,60			3
11.)	Moose83	8,70	1.149,90	19	8	7
12.)	der8auer	92,60	1.047,40	24	33	14
13.)	Blechdesigner	50,40	970,40	4	7	9
14.)	Blackbolt	9,k40	796,70	96	46	27
15.)	Icke&Er	22,30	742,00	16	12	10
16.)	Masterchief79	44,20	690,50	6	7	8
17.)	tobi1978	38,90	663,30	18	19	11
18.)	Barisan	7,10	675,80	27	31	30
19.)	darkniz	0,70	660,10	82	42	28
20.)	P.A.S.S.A.T	6,10	619,40	22	21	20
21.)	theLamer	19,30	571,20	22	27	17
22.)	BenchBruno	8,50	491,60	48	50	34
23.)	lunatic@98	1,00	486,00	66	30	30
24.)	Vaykir	7,20	474,50		2	
25.)	Eiswolf93	27,10	392,20	6	4	12
26.)	Schnitzel_12000	0,00	416,90	4	5	9
27.)	McZonk	7,60	356,00	7	1	1
28.)	LosUltimos	51,50	308,20	2	1	1
29.)	DerBrain	57,90	219,40			1
30.)	PCGH_Carsten	0,00	255,0	21	45	27
31.)	speddy411	4,20	247,90	7	13	10
32.)	onkel-bill	1,00	241,20	15	6	11
33.)	Speedoo	0,40	222,80	10	9	6
34.)	Fr3ak	6,40	204,20	1	8	1
35.)	Joker	3,40	206,70	4	4	3
36.)	Hyperhorn	33,70	164,80	28	8	16
37.)	YellowCaps	38,90	144,20			1
38.)	P5Bencher	0,00	177,90	13	8	4
39.)	crooper	3,30	173,50	21	35	32
40.)	FSB_DerVollstrecker	0,40	165,30	9	7	3
41.)	walhalla	0,00	139,00	37	18	13
42.)	Maisi	1,70	135,20	5	5	
43.)	Crazzzy85	16,70	120,00			
44.)	s0rb	3,80	129,30	2	3	
45.)	CrashStyle	0,00	111,60	3	1	
46.)	ProfessorFrink & Zcei	0,00	104,10		4	
47.)	CoNtAcT	11,40	79,70		3	1
48.)	rabensang	0,40	85,00			
49.)	Axl	1,30	80,60	1	9	2
50.)	THC-TEAM	0,20	74,10	5	7	3

Bilder: PCGH, Leif Lutter

Extremer Übertaktungsversuch des PCGHX-HWBOT-Teams

Frostige Angelegenheit

Flüssiger Stickstoff (LN_2) ist der Traum jedes Benchers – vor allem wenn es darum geht, Taktraten jenseits der 7 GHz zu erreichen. PCGHX-User „thelamer" startet einen exemplarischen Rekordversuch.

HWBOT.org ist eine der größten internationalen Datenbanken für Overclocking-Ergebnisse. Für unseren Extrem-Übertaktungsversuch peilen wir einen Platz in den oberen Regionen dieser Liste an. Die Disziplinen entsprechen den bekannten Benchmarks – insbesondere Superpi als „Oldschool"-Benchmark und Futuremarks 3D Mark sind bei vielen Usern beliebt.

Weitere OC-Konkurrenz findet man im globalen CPU-Z-Ranking. Dabei geht es darum, eine möglichst hohe gültige CPU-Z-Validation vorzuweisen. Der derzeitige Taktrekord liegt bei beeindruckenden 8.211 MHz!

Cedar Mill: Der Überflieger

Eine solche Taktfrequenz wirkt bei heutigen Prozessoren astronomisch und ist auch nicht mit solchen zu realisieren. Ein Blick ins HWBOT-Ranking zeigt schnell, welche Prozessoren für CPU-Z-Rekordversuche prädestiniert sind: Prozessoren mit Cedar-Mill-Kern, egal ob Pentium 4 oder Celeron. In der globalen Top-100-Liste findet man ausschließlich solche Modelle, einzig ein Pentium D 925 mit Presler-Kern und einer validierten Taktfrequenz von 7.280 MHz hat sich in fremdes Terrain verirrt.

Fest steht also: Es müssen Prozessoren mit Cedar-Mill-Kern her. Genauer gesagt geht es um die Modelle Celeron 347, 352, 356 und 360 sowie Pentium 4 631, 641, 651 und 661. Dankenswerterweise schreiben einige User der Top 100 zu ihren Validationen dazu, welche Batch die getesteten CPUs haben. So lässt sich gezielt nach guten Exemplaren suchen. Diese sind allerdings rar: Unter 20 Prozessoren finden wir normalerweise nur fünf bis sechs Exemplare, welche unseren Ansprüchen genügen.

Besonders gute Ergebnisse findet man etwa zu den Batches „5634Bxxx, 5625Bxxx" (beide China), „3710Axxx" (Costa Rica) oder „L646(F/G)xxx" (Malaysia). Einzelne Prozessoren mit diesen Batches erreichen teilweise Taktraten von bis zu acht Gigahertz.

Je kälter, desto besser

Um vorne mitzuspielen, muss mit flüssigem Stickstoff, der eine Temperatur von -196 °C hat, gekühlt werden. Die verwendeten Prozessoren skalieren stark mit Kälte und heizen bei den angelegten Kernspannungen von bis zu 2,1 V so stark, dass selbst Kühlmethoden wie Kompressorkühlung oder Trockeneis kläglich versagen. Beim Umgang mit flüssigem Stickstoff ist unbedingt auf die Verwendung von Handschuhen und einer Schutzbrille zu achten, denn es besteht die Gefahr von Kälteverbrennungen bei Haut- und Augenkontakt. Außerdem sollte man den Raum gut belüften, damit der verdampfte Stickstoff nicht den Sauerstoff im Raum verdrängt.

Der Preis und die Verfügbarkeit von LN_2 sind je nach Region sehr unterschiedlich. Einige User berichten im HWBOT-Teamforum (WEBCODE 27G5) von Preisen von bis zu drei Euro pro Liter, ohne Transport- und Ausleihkosten für die Dewars. Teilweise bekommt man den Liter aber auch für weit unter einen Euro, es lohnt sich beispielsweise immer, bei Universitäten anzufragen. Diese geben zwar nicht immer an Privatpersonen ab, trotzdem wird des Öfteren ein Auge zugedrückt, da LN_2 bei vielen Prozessen nur ein Abfallprodukt ist und keine weitere Verwendung findet.

Die Vorbereitung

Wie überall im Übertaktungsbereich gilt: Prozessor ist nicht gleich Prozessor. Obwohl die Prozessoren eines Modells die gleiche Grundfrequenz haben, unterscheiden sie sich in Bezug auf ihr Overclocking-Potenzial erheblich. Deshalb ist es sinnvoll, aus einer großen Menge zu selektieren – durch sogenanntes „Pretesting“. Hierbei durchlaufen die CPUs zwei Stufen, nur die besten Prozessoren werden letztendlich mit LN_2 gekühlt. CPUs, die schon mit Luftkühlung keine gute Figur machen, können sofort aussortiert werden.

Wünschenswert sind mit Luftkühlung und 1,45 Volt Kernspannung mindestens 5 GHz (mit CPU-Z validiert), besser noch, der Prozessor ist in der Lage, die 5.000 MHz zu booten. Alle Prozessoren, die nicht mindestens fünf Gigahertz mit einem Alpenföhn Brocken schaffen, sind Ausschuss. Als Nächstes werden die Prozessoren mit einer Kompressorkühlung und maximal 1,65 Volt auf Herz und Nieren getestet. Gute Prozessoren skalieren dank der niedrigen Temperatur von ca. -30 °C sehr gut und erreichen Werte von über sechs Gigahertz. Teils sind aber auch Prozessoren dabei, die trotz guter Ergebnisse mit Luftkühlung beim Test mit der Singestage schwächeln. Ungefähr 20 Prozent der getesteten CPUs erweisen sich letztendlich als für den finalen Test mit LN_2 tauglich.

Wie bereits erwähnt, sollte man schon beim Kauf darauf achten, welche Batch die CPU besitzt, und daraus auf deren Qualität schließen. Gute Batches erhält man beim Durchsuchen der HWBOT-Datenbank oder durch Erstellen einer eigenen Liste mit Testergebnissen. Hierbei ist aber auch zu erwähnen, dass gute Batches keine Garantie für Höchstergebnisse sind und man immer wieder auf weniger gute CPUs trifft. Hier gilt: dranbleiben und weitertesten.

Das Setup

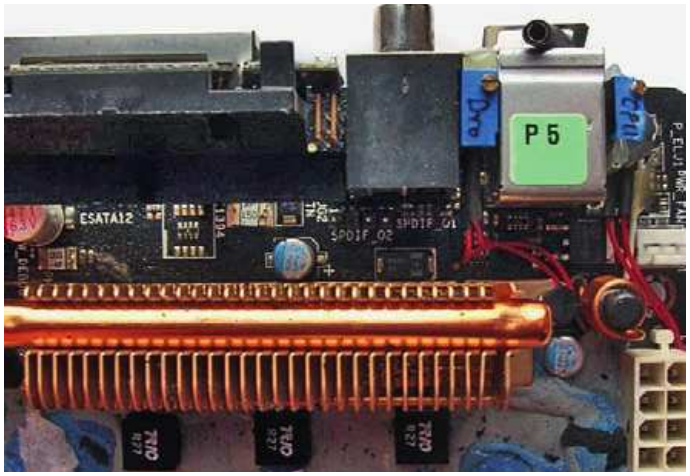
Das Wichtigste beim Erreichen einer hohen CPU-Z-Validation ist zweifellos der Prozessor selbst. Man sollte trotzdem darauf achten, dass man ein gutes Mainboard verwendet. Speziell für den Benchmark CPU-Z hat sich eine Kombination aus Cedar-Mill-CPU und einem Asus Commando (Intel P965) oder alternativ einem Asus P5E3 Premium (Intel X48) als optimal herauskristallisiert. Letztgenanntes Mainboard wurde auch beim Rekord von 8.211 MHz verwendet.

Der verwendete Speicher hingegen ist unwichtig, man sollte lediglich darauf achten, dass er nicht oberhalb der Spezifikation arbeitet, um ihn sicher als limitierendes Element auszuschließen. Um den Prozessor und Speichercontroller möglichst wenig zu belasten, empfiehlt sich die Verwendung von Singlechannel, also nur einem Riegel.

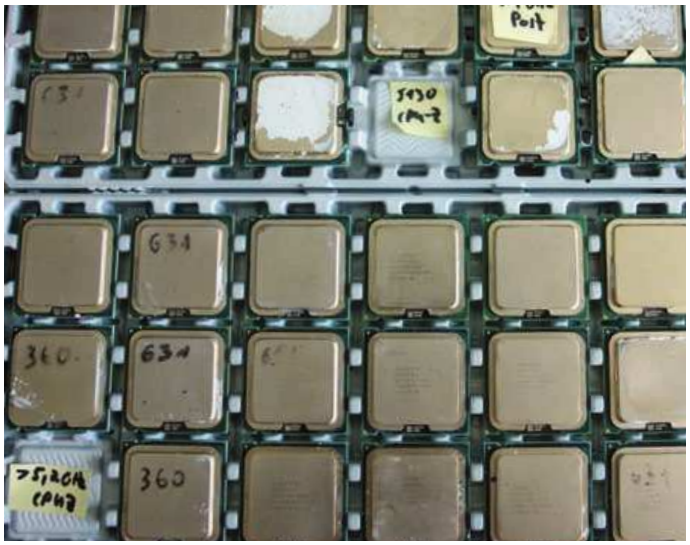
Bei der Grafikkarte sollte man es nicht übertreiben und möglichst ein Modell wählen, das keine zusätzliche Stromversorgung braucht und das Netzteil nicht übermäßig belastet. Eine leistungsstarke Grafikkarte ist eher hinderlich als förderlich. Anders verhält es sich beim Netzteil. Hier gilt: Viel hilft viel. Eine stabile Spannungsversorgung ist Grundlage für hohe Übertaktung. Einige User berichten zudem, dass ihren Erfahrungen nach einige ▷

System 1: Asus Commando. Per Multimeter messen wir die real anliegende VCore, das Thermometer gibt Auskunft über die Temperatur am Potboden.

Damit entstehendes Kondenswasser keinen Kontakt zum Mainboard hat, wird der Bereich um den Sockel großzügig mit Knetgummi isoliert.



Das Commando statten wir mit einem VDroop-Mod und einem VCore-Mod aus. Ebenso löten wir ein Kabel an, um die VCore per Multimeter auszulesen zu können.



Um einen guten Score zu erreichen, ist es hilfreich, viele Prozessoren zu kaufen und einen davon auszuwählen.

Der verwendete Kupferpot und die Halterungen wurden vom PCGHX-Forenmoderator und HWBOT-Teamcaptain vom Team PCGH, „der8auer", gefertigt.

Flüssiger Stickstoff hat eine Temperatur von -196 °C und wird beispielsweise von Linde in speziellen Gefäßen (Dewars) geliefert.

Prozessoren bei Werten jenseits der 7 GHz fast bis zum validierbaren Maximaltakt noch stabil sind und beispielsweise eine Million Stellen von Pi fehlerfrei berechnen. In diesen Fällen hilft es meistens, ein stärkeres Netzteil zu verwenden, um nochmals 200 bis 300 MHz mehr Takt herauszukitzeln. Als Betriebssystem sollte man ein neu installiertes Windows XP oder Windows 7 mit der neuesten Version von CPU-Z sowie der Software Setfsb benutzen. Besser noch, man bastelt sich mit Nlite sein eigenes Betriebssystem (WEBCODE 27G6).

Im Test verwenden wir zunächst ein Asus Commando mit einem Gigabyte PC9600 DDR2-Ram. Für optimale Voraussetzungen wurde das Mainboard mit einem Voltmod sowie einem VDroop-Mod ausgestattet. Ohne Mods sind keine sehr hohen Taktraten zu erreichen, da im BIOS maximal 1,85 Volt einstellbar sind, wovon real maximal 1,68 Volt anliegen, was nicht ausreichend ist, um das Maximum aus den CPUs herauszukitzeln. Darüber hinaus schwankt die angelegte Kernspannung ohne VDroop-Mod relativ stark. Mit den angelöteten Modifikationen stellt das Asus Commando jedoch eine sehr gute Plattform für unser Vorhaben dar. Als Zweitsystem steht ein Asus P5E3 Premium samt einem DDR3 Corsair Dominator Speicherriegel bereit, der bis 1.866 MHz spezifiziert ist. Außerdem kommt eine Geforce 7800 GTX und als Netzteil ein Corsair HX1000 (1kW) zum Einsatz, das genug Reserven für unser Vorhaben besitzt. Unser Betriebssystem ist ein schlankes Windows XP, welches nur die wichtigsten Funktionen besitzt.

Vorbereitungen (1)

Nachdem beide Mainboards ausreichend mit Knete und Küchenpapier isoliert sind (eine Anleitung findet sich in PCGHX Print auf Heft-CD oder unter WEBCODE 27G7), befestigen wir den Pot auf dem gemoddeten Asus Commando. Wie die meisten Bencher isolieren wir den Pot selbst mit Armaflex. Die unter Subzero-Benchern bekannte „Céramique"-Wärmeleitpaste von Arctic Silver dient zur besseren Wärmeübertragung. Für extrem niedrige Temperaturen eignet sich ebenso die Arctic-Silver-5-Wärmeleitpaste. Beide Pasten verklumpen nicht und behalten ihre Konsistenz selbst bei -196 °C.

Zunächst wird das System mit Standardtaktraten einem Trockenstart unterzogen, um zu prüfen, ob der Potboden plan auf der CPU liegt oder ob es sonstige Probleme gibt. Nach ein paar Sekunden stellen wir fest: Alles funktioniert, das Thermometer am Potboden zeigt eine langsam steigende Temperatur an. Auch die ausgelesene Kerntemperatur im BIOS spricht dafür, dass der Pot gut auf der CPU aufliegt. Das System wird wieder ausgeschaltet.
Nun stehen mehrere Thermoskannen bereit, in die LN_2 vom Dewar gefüllt wird. Wir befüllen für erste Tests sechs Thermoskannen mit LN_2. Während unsere Vorfreude immer weiter ansteigt, wird es für die CPU frostig: Wir beginnen mit dem Herunterkühlen des Pots. Hierzu schütten wir immer wieder LN_2 in den Pot, bis dieser eine Temperatur von -100 °C hat. Dann kann das Anschalten erfolgen. Im ersten Durchlauf wird zunächst getestet, ob der verwendete Prozessor einen Coldbug aufweist, also ab einer bestimmten Temperatur nicht mehr arbeitet und das Bild einfriert.

Vorbereitungen (2)

Wir stellen zunächst 1,75 V ein und booten mit gemächlichen sechs Gigahertz Kerntakt. Im Windows angekommen, öffnen wir zunächst CPU-Z (WEBCODE 27G8) und Setfsb (WEBCODE 27G9). Das Tool Setfsb dient dazu, den Frontside-Bus in kleinen Schritten von bis zu einem Megahertz zu erhöhen. Nach jeder Takterhöhung drücken wir F7, um eine Validierungsdatei abzuspeichern, die später den Takt beweist. Die wiederholen wir so lange, bis das Bild einfriert oder es einen Bluescreen gibt, also der Maximaltakt erreicht ist. Manchmal startet das System einfach neu und wir können direkt ins BIOS gehen, teils erfolgt aber auch eine Notabschaltung durch das System selbst.

Da die meisten Prozessoren bei der Temperatur des LN_2 nicht mehr booten können (Cold boot bug, CBB), föhnen wir den Pot mit einer Heißluftpistole so lange, bis das System wieder startet. Anschließend erhöhen wir die Kernspannung und prüfen, ob die CPU davon profitiert. Manche Prozessoren skalieren bis über 2 V, andere geben sich schon mit 1,75 V zufrieden. Die besten erreichten Ergebnisse laden wir auf unseren USB-Stick, bevor eine neue CPU eingebaut wird.

Der erste Kandidat

Zu Beginn verwenden wir einen Celeron 352, der unter Luft- und Kompressorkühlung bereits gute Ergebnisse erzielte. So ließen sich bereits mit Luftkühlung und 1,45 V VCore über 5.200 Megahertz validieren. Auch mit Kompressorkühlung und 1,65 V sind sechs Gigahertz kein Problem. Dementsprechend hohe Erwartungen haben wir an den Test mit LN_2. Schnell zeigt sich, dass die CPU auch bei sehr tiefen Temperaturen noch fehlerfrei läuft und kein Coldbug auftritt. Beste Voraussetzungen für einen guten Run – sollte man meinen.

Mit zunächst 6.000 MHz, 1,75 V Kernspannung und -196 °C am Potboden wagen wir uns an den Test. Aufgrund der guten Ergebnisse beim Vortest vermuten wir ein hohes Taktpotenzial und erhöhen den FSB optimistisch in Schritten von zehn Megahertz. In Verbindung mit dem Multiplikator von 24 entspricht dies einer Takterhöhung des Gesamttakts um je 240 MHz. Die Anspannung steigt. Bei einem CPU-Takt von 6.720 MHz angelangt, entscheiden wir uns dazu, den FSB nun in kleineren Schritten von fünf Megahertz anzuheben. 6.840 MHz: Das System läuft noch, die Validierungsdateien sind sicher abgespeichert.

Schwarzer Bildschirm

Wir erhöhen den FSB von 285 auf 290 MHz und erreichen 6.960 MHz Kerntakt. In der sicheren Hoffnung, in wenigen Sekunden die 7-GHz-Marke zu knacken, setzen wir den FSB auf 295 MHz. Kurze Zeit später die Ernüchterung: Der Bildschirm wird schwarz, das System startet neu. Vorläufiges Ergebnis sind also 6.960 MHz bei eingestellten 1,75 V. Schnell geht's ins BIOS, wo wir die VCore von 1,75 V auf 1,80 V anheben. Das System startet neu und bootet fehlerfrei ins Windows. Unser Voltmeter und CPU-Z zeigen identische Werte von 1,86 V für die VCore an. Mit Voltmod haben wir also einen Offset von +60 mV von der im BIOS eingestellten Spannung auf die reale Kernspannung. Setfsb und CPU-Z sind offen, während wir bemerken, dass die Temperatur am Potboden nur noch bei -186 °C liegt. Da unsere CPU keinen Coldbug hat, wird mit LN_2 nicht gegeizt: Der Pot wird bis oben mit LN_2 gefüllt. Nach nur fünf Sekunden zeigt das Thermometer -196 °C an. Wir warten noch 15 Sekunden und beginnen dann mit der Takterhöhung. Nachdem wir bei sicheren 6.720 MHz CPU-Takt angelangt sind, erhöhen wir wiederum in 120-MHz-Schritten. Leider zeigt sich die CPU überhaupt nicht begeistert von der höheren Spannung und verweigert selbst die vorher bereits erreichten 6.840 MHz.

Grenze erreicht?

Nach kurzem Reboot und einer eingestellten BIOS-Spannung von 1,85 V testen wir nochmals auf Maximaltakt, kommen dabei jedoch nicht über 6.840 MHz hinaus. Etwas demotiviert, weil wir die sieben Gigahertz noch nicht erreicht haben, entscheiden wir uns kurzerhand dazu, eine andere CPU einzubauen, denn genug Auswahl haben wir allemal und es ist sehr wahrscheinlich, dass bessere Exemplare in unserer Sammlung sind. Die Entfernung des Pots von der CPU gestaltet sich schwierig: Die beiden sind aneinander festgefroren und nicht trennbar. Die Lösung ist eine Heißluftpistole, die man für diese Art von Benchen immer bereithalten sollte.

Nach fünf Minuten Warmföhnen und einer gefühlten Erhöhung der Raumtemperatur um mehrere Grad Celsius lässt sich der nun nur noch minus zehn Grad kalte Pot vom Prozessor lösen. Anschließend erwärmen wir den Pot noch etwas weiter, bis er Raumtemperatur erreicht hat, und entfernen mit Küchenpapier die Reste von Wärmeleitpaste sowie Kondenswasser. Mit einem handelsüblichen Föhn bearbeiten wir zudem das Mainboard mehrere Minuten lang, da der komplette Bereich um den Sockel aufgrund von Kondenswasser- und Eisbildung nass ist. Ohne Trockenföhnen weiterzubenchen, würde den sicheren Tod des Mainboards bedeuten. Hier sollte man vorsichtig agieren und lieber etwas zu lange trocknen als zu kurz.

Weiter geht's

Nach der ersten Enttäuschung wagen wir uns an die zweite CPU, einen Celeron 356, der beim Vortest ebenso gute Ergebnisse erreicht hatte. Die CPU hat glücklicherweise ebenfalls keinen Coldbug und arbeitet bei einer Pottemperatur von -196 °C fehlerfrei. Nach dem bekannten Prozedere erreichen wir eher bescheidene 6.775 MHz. Interessant ist, dass wir bei der CPU dasselbe Phänomen wie bei der ▷

Zur Lagerung von Stickstoff neben der Arbeitsstation verwenden wir Thermoskannen, die wir mit LN_2 befüllen.

Der flüssige Stickstoff wird in den Kupferpot gegossen, der auf der CPU befestigt ist.

Das System mit aufgeschraubtem, isoliertem CPU-Pot in Aktion

Die Aluminiumhalterung zur Befestigung des Pots vereist mit der Zeit komplett. Auch auf der Mainboard-Kühlung ist Eisbildung zu beobachten.

Warum Isolation so wichtig ist, verdeutlicht dieses Bild: Nach wenigen Minuten ist starke Eisbildung am CPU-Pot zu beobachten.

Der Bereich um den Sockel gleicht einem Trümmerfeld. Nach dem Trockenföhnen stellt sich aber heraus, dass alles ordnungsgemäß funktioniert.

CPU zuvor beobachten können: Eine Spannungserhöhung wirkt sich negativ auf den Prozessortakt aus. Die Ursache hierfür könnte eventuell in einer leicht höheren CPU-Temperatur liegen, ist letztendlich jedoch nicht ohne Weiteres erklärbar. Im BIOS jedenfalls sind alle Einstellungen richtig gewählt, was wir mehrmals gewissenhaft nachprüften, in der Hoffnung, die Bremse finden und lösen zu können. Vergeblich! Wahrscheinlich hatten wir einfach noch nicht die CPU mit den besten Overclocking-Eigenschaften unter dem Pot. Wieder entschließen wir uns dazu, den Prozessor zu tauschen – sicherlich gibt es noch einige bessere Exemplare.

Pentium 4 und neues Mainboard

Unsere bislang getesteten Celerons hatten beide nicht die maximal erreichbare Taktrate, die uns zufriedenstellt. Bevor die Sieben-Gigahertz-Hürde nicht genommen ist, hören wir sicherlich nicht auf zu benchen. Zur Abwechslung testen wir als Nächstes einen Pentium 4 641, der Multiplikator ist mit 16 deutlich geringer, folglich müssen wir einen höheren FSB fahren als bei den Celerons. Das Asus Commando ist wieder trocken, der Pot sitzt auf der CPU – alles ist startbereit. Wie gewohnt loten wir erst aus, ob die CPU einen Coldbug hat. Dies ist auch hier nicht der Fall. Einen kleinen Schreck bekommen wir, als das System sich ohne Vorwarnung einfach abschaltet, wahrscheinlich aufgrund von Instabilität. Ein Druck auf den Power-Knopf des Mainboards und die Symptome des Systems verheißen nun, dass wieder die Heißluftpistole ihren Dienst tun muss. Nicht weil der Pot entfernt werden soll, sondern weil die CPU zwar bei -196 °C arbeitet, aber nicht bootet (cold boot bug). Nach einigen Minuten Warmföhnen sind wir bei -100 °C angekommen und versuchen zu booten – vergeblich. Paradoxerweise startete das System mit exakt gleichen Settings bei derselben Temperatur zuvor fehlerfrei.

Kurze Pause

Ein Blick auf das Mainboard offenbart, dass es Zeit für eine kleine Pause ist: Es ist deutlich Kondenswasserbildung zu beobachten. An dieser Stelle beschließen wir, das System aufzutauen und unser Glück mit dem zweiten System zu versuchen. Das Asus P5E3 Premium (Intel X48-Chipsatz) ist für den Benchmark CPU-Z ein sehr gutes Board, allerdings sind nur noch wenige Exemplare verfügbar. Dementsprechend tief muss man für eine solche Hauptplatine in die Tasche greifen. Das P5E3 Premium steht dem Asus Rampage Extreme, Referenz-Mainboard für die Übertaktung von Core 2 Duo CPUs, in Bezug auf die Overclocking-Eigenschaften in nichts nach, unterstützt im Gegensatz zu diesem aber offiziell Cedar-Mill-CPUs.

Im Gegensatz zum Asus Commando benötigen wir beim P5E3 Premium keinerlei Voltmods, denn die maximal einstellbare Spannung im BIOS ist mit 2,1 Volt ausreichend hoch. Beim Wechseln der CPUs haben wir zudem bemerkt, dass sich die Montage des Pots mit langen Gewindestangen und POM-Halterung relativ aufwendig gestaltet. Wir verwenden deshalb eine Halterung einer früheren Pot-Revision, die oben am Pot befestigt wird, was die Zeit für das Befestigen des Pots deutlich verkürzt. Zwar ist die Hal-

Unser bestes Ergebnis gibt insgesamt 27,8 Punkte bei HWBOT, davon 16,6 im globalen Ranking und 11,4 Punkte im Hardware-Ranking der Celeron-347-CPU.

terung aus Aluminium und wird komplett vereisen, was aber nicht stört, solange kein Eis aufs Mainboard fällt, dort schmilzt und Kurzschlüsse erzeugt.

Erster Teilerfolg

Während das Asus Commando bei +50 °C eine halbe Stunde im Ofen trocknet, fühlt sich unser Pentium 4 641 auf dem P5E3 Premium pudelwohl. So bootet das System auch bei -100 °C fehlerfrei und wir können uns an den Maximaltakt wagen, voller Hoffnung, endlich über sieben Gigahertz zu validieren. Den FSB erhöhen wir in kleinen Schritten, bis wir bei 430 MHz FSB- und 6.880 MHz CPU-Takt angelangt sind. Ab hier erhöhen wir den FSB in Schritten von einem MHz, den Gesamttakt also um 16 MHz pro Schritt. Die CPU scheint sich gnädig zu zeigen, 435x16 MHz sind validiert, es fehlen noch 40 Megahertz zur magischen Marke von sieben Gigahertz. Sekunden später zeigt uns CPU-Z 7,008 GHz an. Der erste Meilenstein ist also genommen. Mit den eingestellten 1,75 V erreichen wir letztendlich einen Takt von 7.104 MHz.

Etwas besser fällt das Ergebnis mit 1,80 V aus, wir erreichen 7.236 MHz Kerntakt. Mit höherer Spannung skaliert die CPU nicht mehr und weitere Versuche, noch ein paar MHz aus der CPU herauszuholen, haben keinen Erfolg. Mit 7.236 MHz sind wir jedoch schon weitaus zufriedener. So erreichten die zuvor getesteten CPUs nicht einmal sieben Gigahertz. Nach dem Auftauen und Testen mehrerer neuer CPUs, die sich zwar alle über sieben Gigahertz takten lassen, aber nicht über das Ergebnis von 7.236 MHz kommen, beenden wir den Tag.

Neuer Tag, neues Glück!

Der nächste Morgen: Hochmotiviert testen wir weitere Prozessoren. Da wir unseren bislang höchsten Score auf dem Asus P5E3 Premium gebencht haben, entscheiden wir uns, dieses Board anstelle des Asus Commando zu verwenden. Gleich der erste Versuch, mit einem Celeron 347 einen neuen persönlichen Rekord aufzustellen, gelingt und wir legen 7.364 MHz aufs Parkett (1,8 Volt VCore im BIOS). Sowohl mit niedriger als auch höherer Spannung ist nicht mehr aus der CPU herauszukitzeln. Bemerkenswert ist, dass der verwendete Prozessor keinerlei Kälteempfindlichkeit aufweist und auch bei -196 °C am Potboden noch anstandslos bootet. Zwei weitere Prozessoren (beide Pentium 4 631) erreichen Werte von ca. 7,1 GHz. Mit einem dritten können wir 7.320 MHz validieren und verfehlen unser Bestergebnis nur knapp.

Nachdem nun alle guten Prozessoren getestet sind, wollen wir nochmals versuchen, unserem besten Celeron 347 noch ein paar Megahertz auf dem Asus Commando zu entlocken. Der Stickstoff macht uns jedoch einen Strich durch die Rechnung: Der Dewar ist leer, die Session somit gezwungenermaßen beendet. Doch das nächste Mal kommt bestimmt und die 7.364 Megahertz sind sicher noch nicht das Ende der Fahnenstange.

Insgesamt bringt uns unser Bestergebnis 27,8 Punkte auf HWBOT.org, dazu kommen insgesamt weitere 21,3 Punkte durch andere CPUs, die innerhalb der entsprechenden Kategorie punkten. Zwar erhofften wir uns aufgrund der vielen Prozessoren etwas mehr Takt, sind aber trotzdem zufrieden mit der Session, denn die Übertaktung hat uns jede Menge Spaß gemacht. Manchmal fehlt einfach das entscheidende Quäntchen Glück beim CPU-Kauf, trotz umfangreicher Information. Zudem sei gesagt, dass Validationen über acht Gigahertz eher eine Seltenheit sind, auf HWBOT gibt es gerade mal 16 Ergebnisse, die die magische Marke überschreiten. Eine solch gute CPU zu erwischen, kommt jedoch nicht von ungefähr – von Weltrekordhalter „TaPaKaH“ ist bekannt, dass er über 160 verschiedene Prozessoren getestet hat, von denen nur vier Stück über acht Gigahertz mitmachten.

Das HWBOT-Team von PCGHX lädt alle, die ebenfalls Lust auf Overclocking und Benchmarking haben, ins Team ein. „Jeder Punkt zählt“, lautet unser Motto, nicht zuletzt deshalb sind unsere Benchmark-Profis bei HWBOT.org Weltspitze. User thelamer ist weiterhin stets auf der Suche nach neuen guten Chips der Cedar-Mill-Architektur. Vor allem ein chinesischer Chip mit der Batch 5634Bxxx ist heiß begehrt. Zum Abschluss noch einen herzlichen Dank an den Captain des HWBOT-Teams Lippokratis für das schnelle Bereitstellen des Asus Commando und an User SuicidePhoenix! *(ll)*

Ergebnis	Benutzer	Hardware	Kühlung	punkte
1. 7505.26 mhz	Alriin	Intel Celeron LGA775 352 @7505.3MHz	LN2	21.0
2. 7364.01 mhz	theLamer	Intel Celeron LGA775 347 @7364MHz	LN2	16.4
3. 6816.06 mhz	Icke&Er	Intel Celeron LGA775 352 @6816.1MHz	LN2	5.5
4. 6710 mhz	Fr3ak	AMD Phenom II X4 965 BE @6710MHz	LN2	3.9
5. 6602.24 mhz	der8auer	Intel Core 2 E8600 (3.33Ghz) @6602.2MHz	LN2	2.3
6. 6591 mhz	speddy411	Intel Celeron LGA775 351 @6591MHz	LN2	2.0
7. 6464.5 mhz	Eiswolf93	AMD Phenom II X2 555 BE @6464.5MHz	LN2	0.3
8. 6461.8 mhz	CoNtAcT	AMD Phenom II X2 560 BE @6461.8MHz	LN2	0.3
9. 6300.23 mhz	Dr.House	Intel Core 2 E8600 (3.33Ghz) @6300.2MHz	LN2	0.0
10. 6300.01 mhz	Blackbolt	Intel Pentium 4 'D' 925 @6300MHz	SS	0.0

Die Top 10 des CPU-Z-Rankings des HWBOT-Teams von PC Games Hardware.

Die abgespeicherte Validierungsdatei laden wir bei valid.canardpc.com hoch. Sie beweist, dass wir den Takt erreicht haben, und ist nicht manipulierbar.

Fazit

Extrem-OC

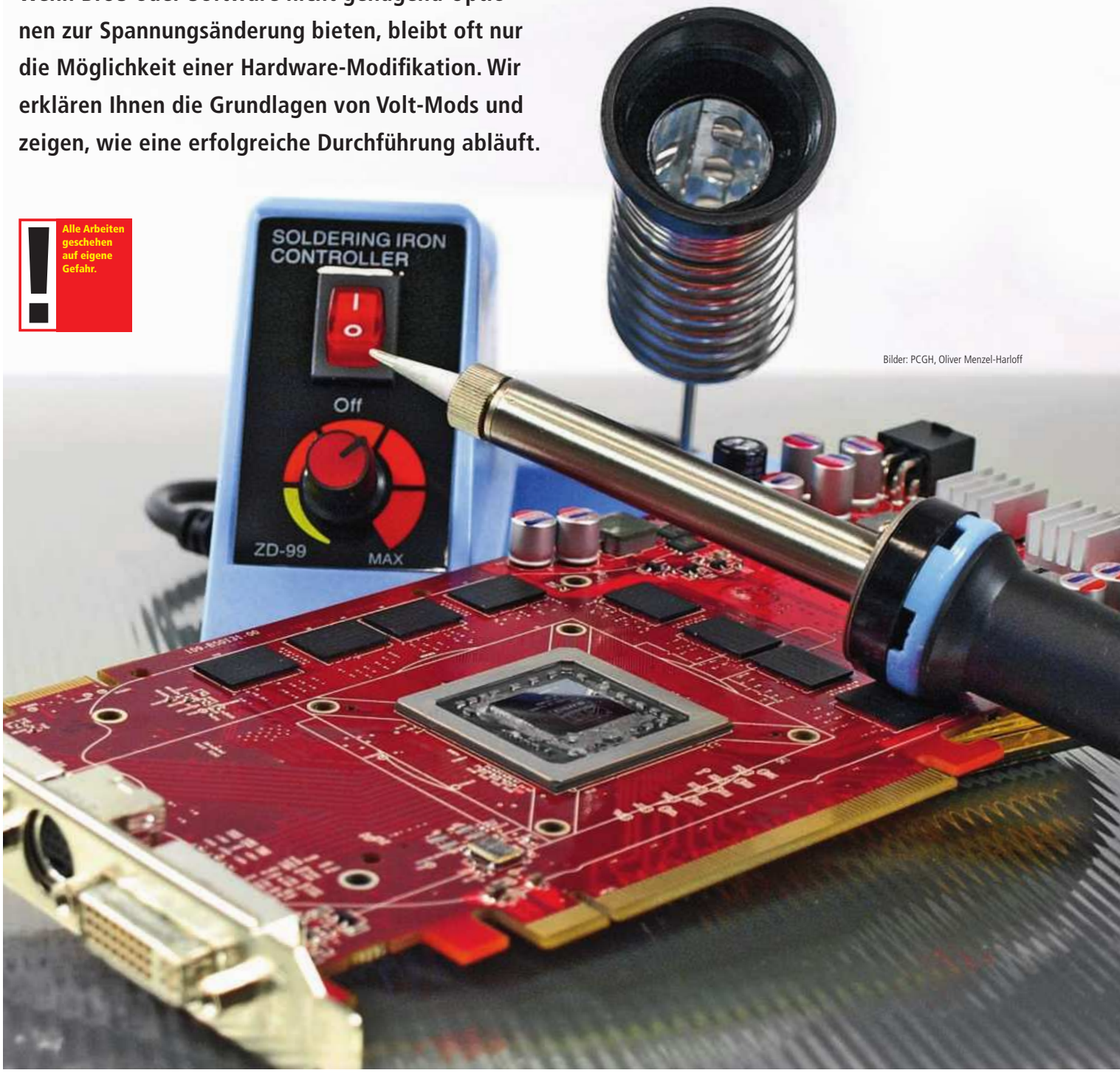
Platz 12 deutschlandweit und Zweiter im HWBOT-Ranking von PCGH: Die erreichten 7.364 MHz bescheren uns im weltweiten Ranking von HWBOT.org Platz 106, mit 70 MHz wäre sogar ein Platz in den Top 100 drin gewesen. Im internen Ranking von PC Games Hardware reihen wir uns hinter User Alriin aus Österreich auf Platz 2 ein. Erfreulich ist, dass bei der verwendeten Hardware keinerlei Schaden entstand, was bei solch extremer Übertaktung keine Selbstverständlichkeit ist.

Spannungsversorgung an Mainboards manipulieren

Volt-Mods

Wenn BIOS oder Software nicht genügend Optionen zur Spannungsänderung bieten, bleibt oft nur die Möglichkeit einer Hardware-Modifikation. Wir erklären Ihnen die Grundlagen von Volt-Mods und zeigen, wie eine erfolgreiche Durchführung abläuft.

! Alle Arbeiten geschehen auf eigene Gefahr.



Bilder: PCGH, Oliver Menzel-Harloff

Bei einer Volt-Mod handelt es sich um eine Modifizierung der Hardware mit dem Ziel, die Spannung eines Bauteils nach Belieben ändern zu können. Meistens sind dafür spezielle Lötarbeiten notwendig, wodurch in jedem Fall sämtliche Garantie- und Gewährleistungsansprüche verloren gehen.

Spannungsmodifikationen erfreuen sich insbesondere bei Übertaktern, die ihrer Hardware auch noch die letzten Leistungsreserven entlocken wollen, großer Beliebtheit. Am häufigsten kommen Volt-Mods bei Grafikkarten und Mainboards zum Einsatz. Zwar haben die Hersteller in den letzten Jahren einiges dazu beigetragen, dass sich viele Geräte relativ flexibel übertakten lassen, allerdings gibt es immer noch Spannungen, die sich gar nicht oder nur in einem begrenzten Rahmen ändern lassen. Dies ist insbesondere bei Grafikkarten oder älteren Mainboards, beispielsweise für Intels LGA775, der Fall. Eine Übertaktung bis ans äußerste Limit ist damit nicht möglich. Des Weiteren gibt es spezielle Formen von Volt-Mods, die nicht auf eine Spannungsänderung abzielen. Welche das im Detail sind, klären wir in diesem Artikel.

Das Grundprinzip

Während die Aufgabe eines PC-Netzteils darin besteht, die 230-Volt-Netzwechselspannung in 12 V, 5 V und 3,3 V Gleichspannung umzuwandeln, müssen aus diesen Netzteilspannungen auf Grafikkarten und Mainboards niedrigere Gleichspannungen erzeugt werden. Bei aktueller Hardware spielen die 3,3-V- und die 5-V-Leitung nur noch eine untergeordnete Rolle, vielmehr greifen die meisten Komponenten auf eine 12-V-Schiene des Netzteils zurück.

Um nun die erforderliche Betriebsspannung für das jeweilige Bauteil bereitzustellen, ist der Einsatz von sogenannten Abwärtswandlern erforderlich. Dies sind elektrische Schaltungen, bei denen die Ausgangsspannung (z. B. die CPU-Kernspannung) stets kleiner ist als die Eingangsspannung (12 V). Elementare Bestandteile eines solchen Schaltreglers sind Spulen, MOSFETs, Kondensatoren sowie ein „Reglerchip“, der die Komponenten und das Spannungsniveau steuert. Genau an dieser Stelle setzen herkömmliche Volt-Mods an. Über eine Modifikation des steuernden Chips – man spricht hier von integrierten Schaltkreisen – ist es leicht möglich, die Ausgangsspannung des Schaltreglers zu ändern. Bevor wir näher auf diese Modifikation eingehen, werden wir im Folgenden einige grundlegende Begriffe erläutern.

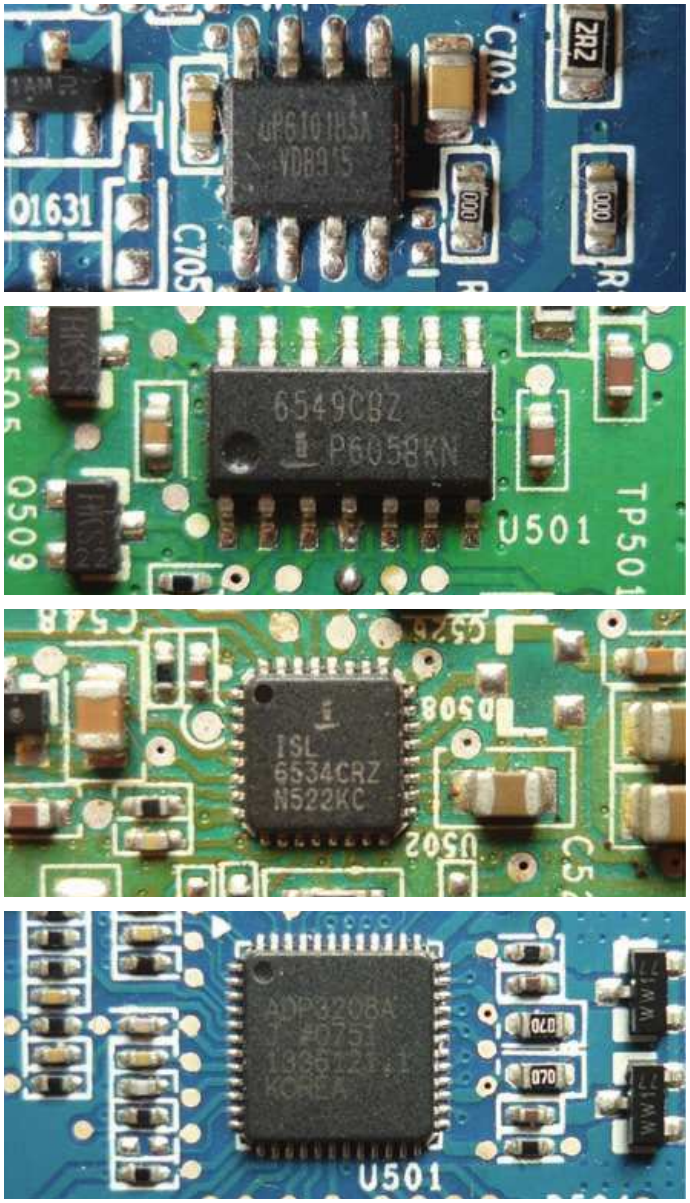
Integrierte Schaltkreise

Ein integrierter Schaltkreis ist eine elektrische Schaltung, die aufgrund ihrer geringen Größe auf einem einzelnen Chip Platz findet. Im Englischen spricht man hierbei von einem „Integrated Circuit“, kurz IC. Zur Regelung eines Schaltreglers werden spezielle integrierte Schaltkreise benutzt. Diese arbeiten heutzutage fast ausnahmslos mit PWM-Signalen (Puls Wide Modulation). Bei der Pulsbreitenmodulation bekommt der Spannungswandler den Befehl, sich mehrere tausend Male in einer Sekunde für eine bestimmte Dauer an- und abzuschalten. Die im Durchschnitt fließende Spannung entspricht dabei der gewünschten Ausgangsspannung. Eine andere Gruppe von Schaltreglern bilden die Linearregler. Im Gegensatz zu PWM-Reglern arbeiten sie durchgängig, wodurch ihre Verlustleistung allerdings auch wesentlich größer ist. Aus diesem Grund sind Linearregler nur noch selten auf PC-Hardware zu finden.

Spulen

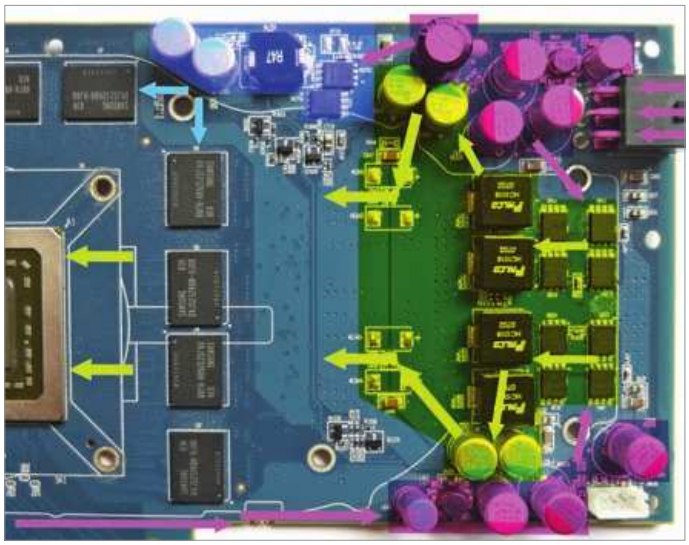
Spulen erfüllen in einem Schaltregler zwei wesentliche Aufgaben. Sie filtern unerwünschte Frequenzen heraus und speichern in ihrem Innern durch den Aufbau eines Magnetfeldes Energie. Man spricht deshalb auch von Speicherdrosseln. In einem PWM-Schaltregler kommt den Speicherdrosseln eine besondere Bedeutung zu. Denn zwischen den Einschaltsignalen fließt aus den Spulen aufgrund des Magnetfelds weiterhin Strom, sodass der Verbraucher dauerhaft seine erforderliche Betriebsspannung erhält.

Die Anzahl der Spulen in einem Schaltregler wird gerne zum Zählen der Phasen einer Spannungsversorgung herangezogen. Insbesondere die Marketingabteilungen einiger Mainboard-Hersteller ▷

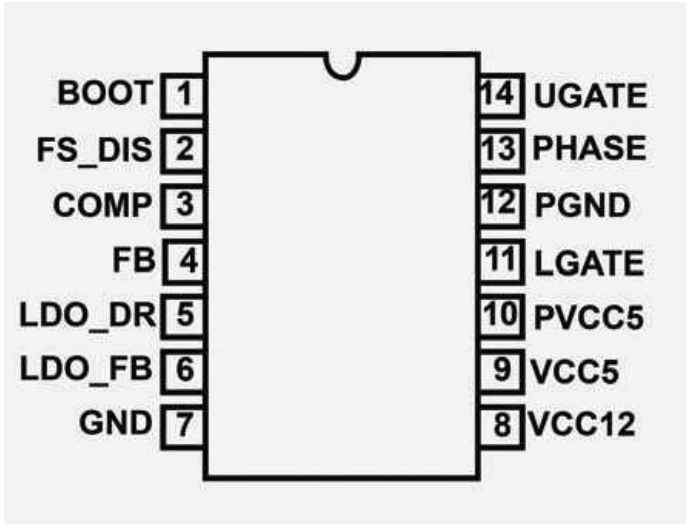


Integrierte PWM-Schaltkreise gibt es in unterschiedlicher Bauform und Größe. Mit der Anzahl der Pins nehmen meist auch Funktionsumfang und Komplexität zu.

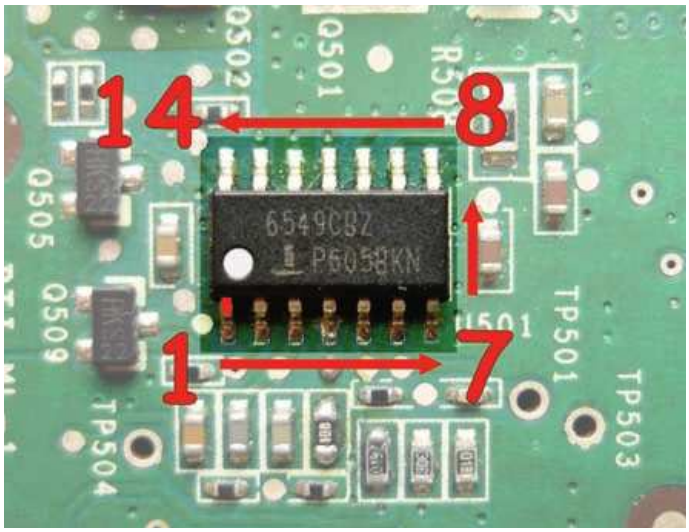
Durch Kondensatoren können stabile Ein- und Ausgangsspannungen realisiert werden. Die Angaben zur Nennspannung und Kapazität befinden sich meist auf dem Gehäuse.



Den Ausgangspunkt einer Volt-Mod bildet die Analyse der Spannungsversorgung. Die Pfeile im Bild markieren den Stromfluss.



Das Datenblatt enthält alle relevanten Informationen eines integrierten Schaltkreises. Dazu gehört auch die Pinbelegung (im Bild).



Die Pins von integrierten Schaltkreisen werden immer entgegen dem Uhrzeigersinn gezählt. Der erste Pin ist zusätzlich markiert.

verkaufen eine große Menge an Spulen gerne als Qualitätsmerkmal. Die Anzahl der „echten" Phasen ist allerdings niedriger und beträgt meist vier, sechs oder acht.

Kondensatoren

Ein Kondensator ist ein Bauelement, das elektrische Ladung speichern kann. Die Maßeinheit, mit der die Kapazität gemessen wird, lautet Farad (F). Im Bereich von PC-Hardware sind Kondensatoren mit einer Kapazität zwischen einigen Mikro- und Millifarad gebräuchlich. Neben der Kapazität bestimmt die Nennspannung eines Kondensators dessen Eignung und Einsatzort; beide Angaben finden sich in der Regel auf dem Gehäuse. So besitzt etwa ein Kondensator mit der Aufschrift 16 V/330 eine Kapazität von 330 µF und ist für (Gleich-) Spannungen unterhalb von 16 V geeignet. Wird diese Spannung überschritten, führt dies über kurz oder lang zum Defekt.

Kondensatoren lassen sich zudem nach ihrer Bauform, Größe, Befestigungstechnik, Technologie oder ihrem Material unterscheiden. Besonders bekannt dürfte unter PC-Bastlern die Gruppe der Elektrolytkondensatoren (Elkos) sein, die eine vergleichsweise große Kapazität haben. In wesentlich größerer Anzahl werden jedoch Keramikkondensatoren (MLCC) verwendet. Diese sind bezüglich ihrer Kapazität und Baugröße wesentlich kleiner, haben dafür aber einen geringeren Innenwiderstand und lassen sich schneller auf- beziehungsweise entladen.

Widerstände

Der Begriff des Widerstands ist im Bereich der Elektronik zweifach besetzt. Zum einen versteht man darunter den elektrischen Widerstand, das heißt, den Strom, den ein elektrischer Leiter bei einer bestimmten Spannung durchlässt. Zum anderen ist der Widerstand ein Bauteil, das einen spezifischen elektrischen Widerstand besitzt. Widerstände im Sinn von Bauelementen kommen auf Grafikkarten und Mainboards in großen Mengen zum Einsatz. Die Funktion eines Widerstands besteht beispielsweise darin, einen Strom zu begrenzen oder eine Spannung aufzuteilen.

Einige Widerstände sehen kleinen Keramikkondensatoren zum Verwechseln ähnlich, da sie den gleichen Gehäusetyp verwenden. In diesem Fall hilft die Farbe bei der Unterscheidung der Bauelemente. So sind Widerstände fast immer schwarz, während Kondensatoren in einem Beige-, Gelb- oder Braunton gehalten werden.

MOSFETs

MOSFETs sind spezielle Transistoren, die in einem Schaltregler die eigentliche Aufgabe der Spannungswandlung übernehmen. Oft werden sie daher auch als Spannungswandler bezeichnet, was jedoch nicht korrekt ist, da es sich bei einem MOSFET nur um einen Teil der gesamten elektrischen Schaltung handelt. Pro Phase beziehungsweise Spule eines PWM-Schaltreglers arbeiten jeweils zwei oder drei MOSFETs zusammen. Diese Konfiguration liegt in der Funktionsweise der Pulslängenmodulation begründet. Gibt der PWM-Controller ein Einschaltsignal, so ist nur der erste MOSFET aktiv. In der darauffolgenden Signalpause fließt weiterhin Strom aus dem energiegeladenen Magnetfeld der Spule und der zweite (und dritte) MOSFET verrichtet seine Arbeit.

Auf IC-Suche

Bevor man eine Spannungsmodifikation vornehmen kann, ist es erforderlich, die integrierten Schaltkreise zur Steuerung der Spannungswandler zu ermitteln. Ein PWM-Spannungswandler ist an den Spulen und MOSFETs zu erkennen. Der zugehörige PWM-IC befindet sich immer in unmittelbarer Nähe der MOSFETs. Ähnlich verhält es sich mit dem Schaltregler und dem Verbraucher, allerdings ist es auch möglich, dass diese weiter auseinanderliegen, wie das Bild im Grafikkartenteil zeigt. Die Entfernung zwischem der GPU und deren Schaltregler ist hier recht groß und bewirkt einen Spannungsabfall entlang der spannungsführenden Schienen innerhalb des PCBs.

Wenn Sie einen potenziellen IC gefunden haben, müssen Sie dessen Beschriftung entziffern. Entscheidend ist dabei nur die erste Zeile, die meist aus einer Buchstaben- und Zahlenkombination besteht. Die Buchstaben sind in der Regel das Kürzel für den Herstellernamen und die Zahl dahinter ist eine konkrete Modellnummer. Mithilfe dieser Bezeichnung des ICs lassen sich im Internet Datenblätter der Schaltkreise finden. Bekannte Hersteller

von integrierten Schaltkreisen sind beispielsweise Intersil, Upi, Richtek, ON Semiconductor, ST Microelectronics, Nexsem und Anpec.

Das Datenblatt

Im Datenblatt werden die regulierenden ICs eines Schaltreglers als „single/multi phase synchronous buck pwm dc-dc controller" oder ähnlich betitelt. Sofern sich nicht wenigstens einige dieser Begriffe in der Beschreibung finden, handelt es sich mit großer Sicherheit nicht um den richtigen integrierten Schaltkreis. Auf den ersten Seiten jedes vollständigen Datenblatts befindet sich das Pinout, eine schematische Darstellung des ICs sowie dessen Pinbelegung. Einer der Pins trägt die Bezeichnung FB (Feedback) oder gegebenenfalls V_{senn}/V_{sensen} und ist entscheidend für eine Volt-Mod, da der IC diesen Pin zur Überwachung des Spannungsniveaus nutzt. Senkt man nun den elektrischen Widerstand des Feedback-Pins, täuscht das dem integrierten PWM-Schaltkreis vor, die Spannung wäre zu niedrig. Daraufhin wird der Schaltregler angepasst und die Ausgangsspannung steigt.

Wenn Sie einen bestimmten Pin mithilfe des Datenblatts ausfindig machen wollen, gilt es zwei Dinge zu beachten. Der erste Pin ist durch einen Punkt auf dem IC oder auch einen Strich oder Pfeil auf dem PCB markiert und befindet sich meist in der linken unteren Ecke. Ausgehend von diesem ersten Pin werden alle anderen Beinchen entgegen dem Uhrzeigersinn gezählt.

Ist der Feedback-Pin gefunden, kann es zu einem weiteren Problem kommen. Viele integrierte Schaltkreise sind nur einige Millimeter groß und haben dennoch viele Pins, die dementsprechend klein sind. Mit normalen Mitteln ist es nahezu unmöglich, hier ein Stück Kupferlitze oder ein anderes Kabel anzulöten. In diesem Fall hilft es, einen genauen Blick auf die Platine zu werfen. Ausgehend vom FB-Pin gibt es eine Leiterbahn, die sehr wahrscheinlich durch andere Bauelemente oder auch freiliegende Lötpads verlaufen wird. Diese Stellen weisen den gleichen elektrischen Widerstand zur Masse auf wie der Feedback-Pin und können alternativ als Lötpunkte verwendet werden. Mittels einer einfachen Widerstandsmessung oder eines Durchgangsprüfers lässt sich sicherstellen, ob die beiden Punkte auch tatsächlich miteinander verbunden sind.

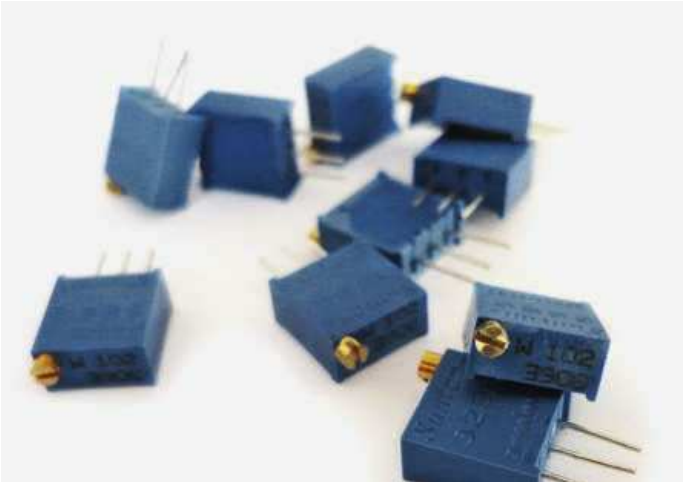
Damit ein Widerstand korrekt gemessen werden kann, muss sich die Hardware unbedingt im stromlosen Zustand befinden. Als Massepunkte können beispielsweise Bohrlöcher, Slotblenden oder die Befestigungslötpunkte eines I/O-Shields benutzt werden. Auf Grafikkarten mit einem zusätzlichen Stromanschluss eignen sich die Massepins des Sechs- oder Acht-Pol-PCI-E-Stromsteckers ebenfalls sehr gut.

Präzisionspotenziometer

Um den Widerstand vom Feedback-Pin zur Masse zu senken, muss ein Widerstand (Bauteil) parallel dazu, das heißt, zwischen einem beliebigen Massepunkt und dem FB-Pin, angebracht werden. Dafür können sowohl feste als auch variable Widerstände benutzt werden. Bei Moddern ist die Verwendung spezieller Mehrgang-Präsisionspotenziometer, kurz Potis genannt, besonders beliebt. Der elektrische Widerstand dieser Potis kann mittels einer kleinen Einstellschraube nahezu stufenlos von einem spezifischen Maximalwiderstand bis hin zu null Ohm geregelt werden. Fast jeder Poti hat drei Beinchen, von denen allerdings nur zwei benutzt werden, das mittlere und eines der äußeren. Das verbleibende Beinchen kann umgeknickt oder abgeknipst werden. Sollten Sie einen Präzisionspoti verwenden, wie er auf dem Bild oben zu sehen ist, empfehlen wir Ihnen, den mittleren Pin mit der Masse zu verbinden und den Pin auf Höhe der Einstellschraube zu entfernen. Wenn Sie nun den anderen äußeren Pin an den Feedback-Pin des ICs anlöten, muss die Schraube im Uhrzeigersinn gedreht werden, um die Ausgangsspannung anzuheben. Nichtsdestotrotz sollten Sie vor der Inbetriebnahme immer den Widerstand eines Potis messen, da diese oftmals nur halb aufgedreht verkauft werden.

Die richtige Größe

Unabhängig von der Größe eines Potis oder eines anderen Widerstands wird der elektrische Widerstand am Feedback-Pin bei einer Parallelschaltung immer sinken. Der exakte Widerstand R zweier parallel geschalteter Widerstände R1 (z. B. FB Pin) und R2 (z. B. Poti) berechnet sich nach folgender Formel: R = R1*R2/(R1+R2). Da der resultierende Widerstand in keinem Fall größer sein wird, stellt sich die berechtigte Frage, welcher Poti denn nun der richtige ist. Man könnte meinen, je größer, das heißt, je höher der maximale Widerstand, desto besser, denn die Differenz zwischen R und R1 wäre so möglichst klein. Tatsächlich haben zu große Potis jedoch einen entscheidenden Nachteil: Je weiter ein Poti Richtung null Ohm gebracht wird, umso stärker sinkt der Widerstand pro Umdrehung an der Einstellschraube. Dies hat zur Folge, dass sich die Spannung in einem bestimmten Bereich nur noch sehr grob und ungenau einstellen lässt.



Gängige Präzisionstrimmer besitzen drei Anschlüsse, von denen jedoch nur zwei benutzt werden. Die Gehäuseaufschrift gibt Aufschluss über den maximalen Widerstand.

In der Praxis hat es sich deshalb bewährt, den Widerstand am Feedback-Pin mit 20 oder 30 zu multiplizieren und diese Größe als Richtwert für den Poti zu benutzen. Beträgt der Originalwiderstand beispielsweise 1.000 Ohm, würde man einen Poti mit einem Maximalwiderstand von 20.000 bis 30.000 Ohm wählen. Da es allerdings nur einige handelsübliche Größen von Präzisionstrimmern gibt, müsste man sich in dieser Situation für einen 20k- oder einen 50k-Poti entscheiden. Nimmt man zum Vergleich die oben stehende Formel zu Hilfe, ergibt sich daraus ein Widerstand am Feedback-Pin von 952 respektive 980 Ohm.

An dieser Stelle drängt sich die nächste Frage auf: Wie wirkt sich der veränderte Widerstand überhaupt auf die Ausgangsspannung aus? Bis auf einige Ausnahmen ist das Verhältnis zwischen dem ursprünglichen und dem veränderten Widerstand gleich dem Verhältnis zwischen neuer und alter Spannung. Sind also die Originalspannung V1, der Originalwiderstand R1 und der veränderte Widerstand R bekannt, lässt sich die resultierende Spannung V wie folgt berechnen: V = V1*R1/R.

Führen wir das obige Beispiel fort und nehmen wir an, ein Schaltregler stellt für eine GPU eine Betriebsspannung von 1,35 V bereit. Entscheidet man sich für den 20k-Poti, so steigt die Spannung bereits auf mehr als 1,41 V an, auch wenn der Poti voll aufgedreht ist. Bei einem 50k-Poti wären es hingegen nur 1,377 V.

Spannungsmesspunkte

Zum Messen der Ausgangsspannung eines Schaltreglers sind prinzipiell alle Kondensatoren zwischen den Spulen und dem Verbraucher geeignet. Jeder Kondensator besitzt zwei Anschlüsse bzw. Pole. Die Spannung lässt sich nur an einem der Anschlüsse, dem Pluspol, messen, da der andere mit der spannungslosen Masse in Verbindung steht. Hinter den Spulen befinden sich oftmals Elektrolytkondensatoren, deren Beinchen auf der Rückseite der Platine einen günstigen Messpunkt darstellen. Die gemessene Spannung ist allerdings umso ungenauer, je weiter der Messpunkt von dem Verbraucher entfernt ist. Daher ist es ratsam, kleinere Keramikkondensatoren zu verwenden, die sich zum Beispiel direkt auf der Rückseite einer GPU oder eines CPU-Sockels befinden.

Zur Spannungsmessung müssen Sie die Hardware in Betrieb ▷

nehmen. Ansonsten ist das Verfahren identisch mit der Widerstandsmessung. Das bedeutet, ein Anschluss des Messgerätes muss an einen Massepunkt angeschlossen werden, während der andere an den Messpunkt gehalten wird. Dennoch ist nun Vorsicht geboten, da die Messspitze leicht einen Kurzschluss verursachen kann. Achten Sie unbedingt darauf, niemals die beiden Kontakte eines Kondensators zu überbrücken! Um das Risiko zu verringern, können Sie an einen gefundenen Messpunkt ein Kabel anlöten, an dessen Ende sich die Spannung messen lässt.

Pencil-Mod

Eine Sonderform der Volt-Mods bilden die Pencil-Mods, bei denen ein Bleistift benötigt wird. Da das Grafit des Bleistifts elektrisch leitfähig ist, kann es dazu benutzt werden, den Widerstand eines fest verbauten Widerstands, also des Bauelements, zu verringern.

Die Suche nach einer Pencil-Mod beginnt genauso wie die nach einer Volt-Mod auch. Zuerst gilt es, den steuernden IC sowie dessen Feedback-Pin ausfindig zu machen. Anschließend wird der Verlauf der Leiterbahn, ausgehend vom Feedback-Pin, betrachtet. Besonderes Augenmerk liegt nun auf den Bauelementen, welche die Leiterbahn durchläuft; dies werden in der Regel Kondensatoren, Widerstände oder freie Lötpads sein. Alle Widerstände verfügen über zwei Anschlüsse, von denen einer mit der Leiterbahn verbunden ist. Am jeweils anderen Ende wird nun der elektrische Widerstand gegen Masse gemessen. Beträgt der Widerstand null Ohm, handelt es sich um einen Massepunkt und es ist möglich, eine Pencil-Mod vorzunehmen.

Zur Durchführung der Modifikation wird lediglich ein handelsüblicher Bleistift benötigt. Eine weiche Mine eignet sich besonders gut, ist aber nicht zwingend notwendig. Um den Widerstand des Feedback-Pins zu verringern, müssen Sie mehrmals von einem zum anderen Ende über den festen Widerstand malen, bis in der Mitte sichtbar etwas Grafit zurückbleibt. Überschüssige und lose Krümel können Sie einfach wegpusten. Danach prüfen Sie, inwieweit sich der Widerstand verändert hat, und setzen die Prozedur fort. Normalerweise erreicht man den gewünschten Widerstand nicht beim ersten Versuch, sondern benötigt einige Durchläufe.

Damit das Grafit auf Dauer haften bleibt und nicht schon beim ersten Einbau der Hardware versehentlich abgewischt wird, ist es empfehlenswert, den Bereich auf der Platine mit etwas Klebestreifen zu überkleben.

OCP-Mod

Die OCP (Over Current Protection) ist ein Überstromschutzmechanismus, der von relativ vielen integrierten PWM-Schaltkreisen unterstützt wird. Sobald auf der Ausgangsseite eine bestimmte Stromstärke überstiegen wird, springt die OCP ein. Daraufhin sinkt die Spannung meist auf null Volt, da die MOSFETs ihren Dienst einstellen. Man kann zwischen einem totalen und einem Pro-Phasen-Überstromschutz unterscheiden. Der Mechanismus wird also entweder ausgelöst, wenn die Stromstärken der einzelnen Phasen in ihrer Summe oder ihrem Durchschnitt einen bestimmten Wert übersteigen oder aber wenn die Stromstärke einer Phase einen vordefinierten Wert überschreitet. Dabei schließen sich die zwei Varianten der OCP übrigens nicht gegenseitig aus. Oftmals sind sogar beide in einen Schaltkreis integriert. Die Stromstärke wird von insgesamt vier Faktoren beeinflusst: Spannung, Takt, Temperatur und Last. Je höher diese Werte sind, desto eher wird die OCP ausgelöst.

Die Umsetzung der OCP erfolgt je nach Hersteller und Modell eines ICs auf unterschiedliche Weise. Aus diesem Grund ist es nicht möglich, eine allgemeingültige Aussage für die Durchführung einer OCP-Mod zu treffen. In vielen Fällen gibt es einen oder mehrere Pins, die für die Überwachung der Stromstärke herangezogen werden und deren Widerstand zur Masse das OCP-Limit bestimmt. Diese Pins tragen in den Datenblättern Bezeichnungen wie Imax, Ilim, Iout Isenx, Isen-x, Csenx oder Cs-x. Letztere sind bei der Pro-Phasen-OCP gebräuchlich, wobei das x für die Nummer der Phase steht. Um das Level des Überstromschutzes anzuheben, muss der Widerstand der entsprechenden Pins geändert werden. Je nach IC kann das eine Widerstandssenkung oder -erhöhung sein. Genaue Angaben dazu befinden sich in den zugehörigen Datenblättern. So gibt es dann auch Ausnahmen, bei denen beispielsweise der Widerstand zwischen zwei Pins ausschlaggebend ist.

OVP-Mod

Ein weiterer Schutzmechanismus, der Übertaktern Probleme bereiten kann, ist die OVP (Over Voltage Protection). Der Überspannungsschutz schaltet sich ein, sobald die Betriebsspannung des Verbrauchers eine gewisse Höhe erreicht, woraufhin die MOSFETs abgeschaltet werden. In der Praxis tritt die OVP seltener auf als die OCP, was unter anderem daran liegt, dass viele kleine PWM-ICs keinen Überstromschutzmechanismus besitzen.

Die Umsetzung der OVP ist meist etwas einfacher als die der OCP. Allerdings ist es auch hier nicht möglich, das Vorgehen der Modifikation zu verallgemeinern. Äquivalent zur OCP ist es oftmals ein einzelner Pin, dessen Spannung und Widerstand die OVP regelt. Auch dieser wird von verschiedenen IC-Herstellern unterschiedlich betitelt, etwa als Vout oder Vmax. Gleichzeitig gibt es jedoch auch integrierte Schaltkreise, bei denen der Überspannungsschutz nicht anpassbar ist. Hier liegt der Auslösepunkt der OVP um einen definierten Betrag, zum Beispiel 175 mV, über der VID einer CPU oder GPU.

Table 1-9. VR11.1 VID Table (Same as VR11.0 VID Table)

VID7	VID6	VID5	VID4	VID3	VID2	VID1	VID0	Voltage
0	0	0	0	0	0	0	0	OFF
0	0	0	0	0	0	0	1	OFF
0	0	0	0	0	0	1	0	1.60000
0	0	0	0	0	0	1	1	1.59375
0	0	0	0	0	1	0	0	1.58750
0	0	0	0	0	1	0	1	1.58125
0	0	0	0	0	1	1	0	1.57500
0	0	0	0	0	1	1	1	1.56875
0	0	0	0	1	0	0	0	1.56250
0	0	0	0	1	0	0	1	1.55625
0	0	0	0	1	0	1	0	1.55000
0	0	0	0	1	0	1	1	1.54375
0	0	0	0	1	1	0	0	1.53750
0	0	0	0	1	1	0	1	1.53125
0	0	0	0	1	1	1	0	1.52500
0	0	0	0	1	1	1	1	1.51875
0	0	0	1	0	0	0	0	1.51250
0	0	0	1	0	0	0	1	1.50625

VID7	VID6	VID5	VID4	VID3	VID2	VID1	VID0	Voltage
0	1	0	1	1	0	1	1	1.04375
0	1	0	1	1	1	0	0	1.03750
0	1	0	1	1	1	0	1	1.03125
0	1	0	1	1	1	1	0	1.02500
0	1	0	1	1	1	1	1	1.01875
0	1	1	0	0	0	0	0	1.01250
0	1	1	0	0	0	0	1	1.00625
0	1	1	0	0	0	1	0	1.00000
0	1	1	0	0	0	1	1	0.99375
0	1	1	0	0	1	0	0	0.98750
0	1	1	0	0	1	0	1	0.98125
0	1	1	0	0	1	1	0	0.97500
0	1	1	0	0	1	1	1	0.96875
0	1	1	0	1	0	0	0	0.96250
0	1	1	0	1	0	0	1	0.95625
0	1	1	0	1	0	1	0	0.95000
0	1	1	0	1	0	1	1	0.94375
0	1	1	0	1	1	0	0	0.93750

Mithilfe der VID-Pins lassen sich auf einfache Weise verschiedene Spannungsniveaus festlegen. In der VID-Tabelle sind alle möglichen Kombinationen aufgelistet.

VID-Mod

Die VID (Voltage Identification) einer CPU ist sicherlich vielen PC-Besitzern und -Übertaktern ein Begriff, doch was hat sie mit Volt-Mods zu tun? Es gibt einige integrierte PWM-Schaltkreise, die mittels sogenannter VID-Codes die Ausgangsspannung festlegen. Diese ICs verfügen über mehrere VID-Pins, die zwei Zustände annehmen können: Sie sind mit der Masse verbunden oder nicht. Die Kombination der Zustände aller VID-Pins legt dann das Spannungsniveau fest. In den Datenblättern solcher ICs sind ganze VID-Tabellen enthalten, die für alle möglichen Kombinationen die zugehörige Spannung angeben. Die VID-Tabellen stammen nicht von den Herstellern der integrierten Schaltkreise, sondern basieren auf Angaben von Intel oder AMD. Derartige ICs sind allerdings nicht nur dem Einsatz auf Mainboards vorbehalten und werden zu großen Teilen in GPU-Spannungswandlern verwendet. Ein bekanntes Beispiel für die VID-Modifikation einer Grafikkarte ist Nvidias Geforce 7900GT, deren GPU-Spannung sich seinerzeit problemlos auf das Niveau der teueren 7900GTX anheben ließ.

Cap-Mod

Wie bereits eingangs erwähnt, fangen Kondensatoren Spannungsschwankungen ab und tragen somit entscheidend zur Spannungsstabilisierung bei. In der Praxis gibt es nun jedoch immer wieder Grafikkarten und Mainboards, deren Kondensatorbestückung höchstens als befriedigend zu bezeichnen ist. Diesem Manko versucht man mithilfe von Cap-Mods durch das Anbringen zusätzlicher Kondensatoren entgegenzuwirken.

Theoretisch können an jedem auf einer Platine vorhandenen Kondensator ein oder mehrere weitere Kondensatoren parallel angebracht werden. Es bietet sich jedoch an, verschiedene Typen zu verwenden, um so etwa die Vorteile von Elektrolyt- und Keramikkondensatoren zu kombinieren. Wir empfehlen Ihnen, sich dafür einige große Keramikkondensatoren herauszusuchen, die möglichst nahe beim Verbraucher, zum Beispiel einer GPU, liegen.

In jedem Fall sollten Sie aber die Polarität von Elektrolytkondensatoren beachten. Der negative Pol wird auf dem Gehäuse mit einem breiten Strich gekennzeichnet und muss an die Masse angeschlossen sein. Am positiven Pol liegt die jeweilige Betriebsspannung an. Aus diesem Grund ist es notwendig, vor der Modifikation die Spannung an beiden Anschlüssen der Kondensatoren nachzumessen, an denen weitere Kondensatoren angelötet werden sollen. Keramikkondensatoren sind übrigens verpolungssicher und können in beide Richtungen montiert werden. Prinzipiell ist es empfehlenswert, einen Elektrolytkondensator zu wählen, dessen Nennspannung ungefähr 20 bis 30 Prozent über der geplanten Betriebsspannung des Verbrauchers liegt. Auf diese Weise wird der Kondensator geschont und es bleibt gleichzeitig noch etwas Spielraum nach oben. Bei sämtlichen GPUs und CPUs der letzten Jahre bieten sich daher 2,5-V-Kondensatoren an.

Bei einem DDR2- oder auch (G-) DDR3-Schaltregler sollten hingegen Kondensatoren mit einer Nennspannung von 4 V, 5,6 V oder 6,3 V verwendet werden. Im Bereich der 12-V-Eingangsspannung setzen fast alle Hersteller einheitlich auf 16-V-Kondensatoren.

Neben der Nennspannung ist die Kapazität der zusätzlichen Kondensatoren zu beachten, denn hier gilt: Viel hilft nicht viel. Vor allem auf der Ausgangsseite ist es ratsam, Werte von 820 µF bei Feststoffkondensatoren beziehungsweise 2.200 µF bei klassischen Elektrolytkonensatoren nicht zu überschreiten.

Durch den Einsatz zusätzlicher Kondensatoren lässt sich das Übertaktungspotenzial mitunter erhöhen (im Bild eine 7800GTX).

Grafikkarte auf dem Prüfstand

Spannungsmodifikationen bei Grafikkarten

Unser Grafikkarten-Testkandidat ist eine HD 3850 OC-Version von Gecube mit 512 MB GDDR3. Die Karte besitzt das AMD-Referenzdesign und ist daher baugleich mit anderen HD3850 ihrer Art.

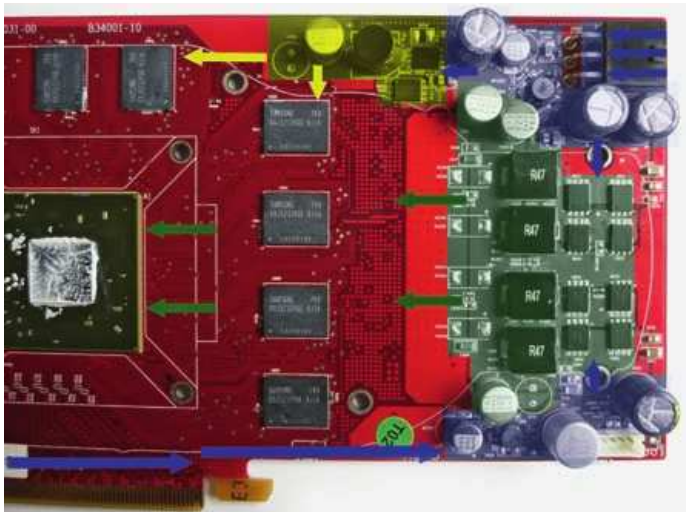
Bevor wir mit den Tests beginnen, entfernen wir den Kühler, um einen Eindruck von der Spannungsversorgung zu gewinnen. Die Schaltregler befinden sich am hinteren Ende der Grafikkarte, nahe des PCI-E-Stromanschlusses. Für die GPU kommt augenscheinlich eine Vier-Phasen-Spannungsversorgung zum Einsatz, während sich der Videospeicher mit einer Phase begnügen muss. Pro Phase arbeiten jeweils zwei MOSFETs zusammen. Mittels eines Durchgangsprüfers stellen wir fest, dass zwei der vier GPU-Phasen über den PCI-E-Steckplatz mit Strom versorgt werden. Die beiden anderen Phasen der GPU und der Speicher greifen auf den sechspoligen PCI-E-Anschluss zurück.

Im nächsten Schritt machen wir die regelnden integrierten Schaltkreise ausfindig. Diese sitzen beide auf der Kartenrückseite auf Höhe der MOSFETs und kommen von der Firma uPI-Semiconductor. Ein uP6201 steuert die GPU-Spannung, ein uP6101 die VRAM-Spannung. Um die Spannungen zu überprüfen, wählen wir die kleinen Keramikkondensatoren auf der Rückseite von GPU und GDDR3- ICs als Messpunkte.

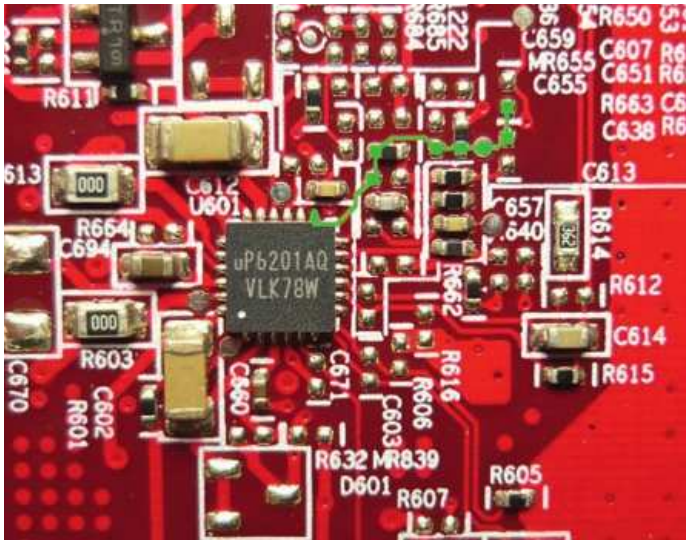
Die Standardspannung beträgt 1,235 V (GPU) respektive 1,9 V (VRAM) ohne Last. Im Vergleich dazu messen wir an den Elektrolytkondensatoren nahe der GPU-Spulen 1,249 V, ein Unterschied von immerhin 14 Millivolt. Unter Last vergrößert sich diese Differenz auf 20 mV. Im Übertaktungstest erweisen sich 823 MHz/1.089 MHz als maximal stabiler Takt im 3DMark03. Der Standardtakt der HD3850 beträgt 669 MHz/829 MHz; unser ab Werk übertaktetes Modell arbeitet bereits mit 725 MHz/900 MHz.

vGPU-Mod

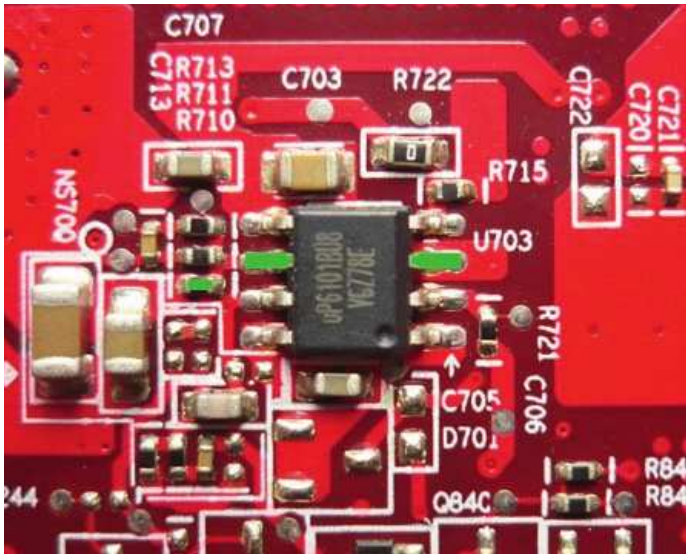
Der uP6201 ist ein 24-beiniger, integrierter PWM-Schaltkreis. Bei einem Blick in das Datenblatt stellen wir fest, dass dieser eigentlich nur für einen Zwei-Phasen-Abwärtswandler ausgelegt ist. Die HD3850 verfügt demnach nicht über ein echtes Vier-Phasen-Design, wie ▷



Die Spannungsversorgung der HD3850 im Überblick, bestehend aus der 12-V-Eingangsspannung (blau), dem GPU-Schaltregler (grün) und dem VRAM-Schaltregler (gelb).



Im Bild sehen Sie die Leiterbahn des Feedback-Pins sowie verschiedene alternative Lötpunkte für die vGPU-Modifikation.



Die Speicherspannung lässt sich auch mittels einer Pencil-Mod erhöhen.

man es auf den ersten Blick vermuten würde.

Aus der Pinbelegung im Datenblatt wird ersichtlich, dass das Beinchen Nummer 13 als Feedback-Pin fungiert. Wir messen einen Widerstand von 2,450 Ohm gegen Masse. Da der Pin sehr klein ist, folgen wir dem Verlauf der Leiterbahn und machen so sämtliche alternative Lötpunkte ausfindig. Von diesen wählen wir eines der freien Pads am Ende der Leiterbahn aus, um hier die Kupferlitze anzulöten. Bei der Wahl des Potis entscheiden wir uns für einen 100.000-Ohm-Trimmer. Ist dieser voll aufgedreht, beträgt der Widerstand am Feedback-Pin 2,390 Ohm, was in einer GPU-Spannung von etwa 1,26 V resultiert. Das liegt erwartungsgemäß über dem Originalwert, ist insgesamt aber unbedenklich, wenn man bedenkt, dass die nah verwandte HD3870, die ebenfalls auf einen RV670 setzt, bereits standardmäßig mit 1,3 V GPU-Spannung ausgeliefert wird. Unseren Präzisionstrimmer platzieren wir auf einem freien Stück am vorderen Rand des PCBs, direkt neben dem PCI-E-Stromanschluss. Dadurch können wir unseren Poti praktischerweise direkt mit einem der drei Massepins verbinden und so die Verkabelung relativ kurz halten.

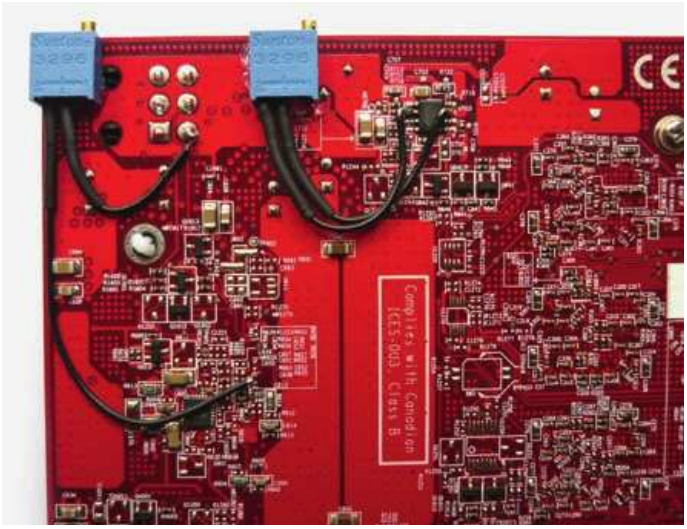
vMEM-Mod

Die Regulierung der Speicherspannung übernimmt der achtbeinige uP6101. Bereits äußerlich wirkt er deutlich weniger komplex als der uP6201 und auch das Datenblatt bescheinigt ihm einen kleineren Funktionsumfang. Für den Einsatz in einer Multi-Phasen-Spannungsversorgung ist dieser integrierte PWM-Schaltkreis ungeeignet.

Im Datenblatt suchen wir erneut den Feedback-Pin, diesmal ist es das sechste Beinchen. Der Widerstand, gemessen gegen Masse, beträgt 4.100 Ohm, weshalb wir sicherheitshalber einen 200.000-Ohm-Poti verwenden; bei einem parallel geschalteten 100.000-Ohm-Widerstand läge die VRAM-Spannung bereits bei 1,975 V. Da der uP6101 recht große Beinchen hat und zwischen den Beinchen viel Platz vorhanden ist, können wir die Kupferlitze direkt an den Feedback-Pin anlöten. Das zweite Kabel zum Poti bringen wir am dritten Beinchen des ICs an, das passend mit der Masse der HD3850 verbunden ist. Mit dem 200k-Präzisionstrimmer bei vollem Widerstand steigt die Spannung des GDDR3s auf 1,938 V. Dieser Wert ist noch akzeptabel, auch wenn man berücksichtigt, dass der Videospeicher sensibler als andere Bauteile auf Spannungserhöhungen reagiert. Im Zweifelsfall ließe sich auch ein Schalter zwischen Feedback-Pin und Poti einsetzen, um die Spannung bei Bedarf wieder auf den Ausgangswert zurückzusetzen.

Weitere Mods

Der uP6201 unterstützt sowohl einen totalen als auch einen Pro-Phasen-Überstromschutz. Die Stromstärke der einzelnen Phasen wird von den Pins 7 und 8, Csn1 und Csn2 überwacht. Je höher der Widerstand an beiden Pins ist, des-



Die HD3850 mit fertig gelöteter vGPU- und vRAM-Modifikation macht in unseren Tests eine gute Figur.

to später wird die OCP ausgelöst. Wir verfolgen die Leiterbahnen auf dem PCB und entdecken jeweils einen Widerstand, der mit den Pins und mit der Masse verbunden ist. Auf der Platine tragen diese Widerstände die Bezeichnung R605 und R615. Um den elektrischen Widerstand zu erhöhen, müssten diese Bauelemente theoretisch ausgelötet und gegen größere Widerstände getauscht werden. Praktisch reicht es jedoch aus, den R605 und R615 zu entfernen. Auf diese Weise erreicht der Widerstand an den Csn-Pins den größtmöglichen Wert und die Pro-Phasen-OCP wird unter normalen Umständen nie ausgelöst.

Für die Begrenzung der gesamten ausgehenden Stromstärke ist Pin 10 (I_{out}) verantwortlich. Im Gegensatz zu dem Überstromschutz der einzelnen Phasen bewirkt ein zunehmender Widerstand hier eine Verschärfung des Limits. Der Widerstand des Pins zur Masse muss also verringert werden. Wir betrachten erneut den Verlauf der Leiterbahn und können auch hier einen Widerstand finden, der zwischen I_{out} und Masse sitzt. Hier kann nun entweder eine Pencil-Mod vorgenommen oder ein entsprechend großer Poti parallel angelötet werden. Der Originalwiderstand beträgt bei unserer Grafikkarte lediglich 2 Ohm. Damit die OCP bei einer relevanten GPU-Spannung ausgelöst wird, müsste der Widerstand allerdings schon mehrere tausend Ohm betragen. Wir können also sicher davon ausgehen, dass der totale Überstromschutz in unserem Fall keine Rolle spielt.

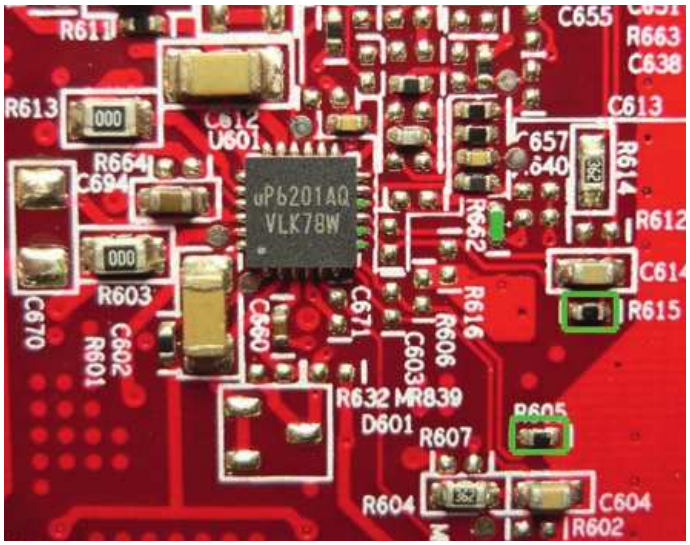
Nach den OCP-Mods wollen wir noch eine Cap-Mod vornehmen. Auf der Vorderseite der HD3850 befinden sich mehrere leere Flächen, an denen der Einsatz weiterer Kondensatoren zumindest einmal geplant war. Jeweils ein 2,5-V-Kondensator mit 820 µF scheint für die GPU- sowie die VRAM-Spannung zu fehlen. Wir verwenden zwei klassische 6,3-V-Elkos mit 1.500 µF der Firma Rbycon und löten diese auf der Rückseite der Grafikkarte an den entsprechenden Stellen an. Hinter den GPU-Speicherdrosseln finden sich vier freie Lötpads mit einer rechteckigen Umrahmung. Hier löten wir sogenannte Tantalkondensatoren im SMD-Gehäuse an, die exakt auf die Pads passen. Neben den Elektrolytkondensatoren verdoppeln wir einige Keramikkondensatoren des GPU-Schaltreglers. Davon befinden sich jeweils zwei auf der Vorder- und Rückseite der HD3850, also einer pro Spule. Unsere Keramikkondensatoren sind für 6,3 V/100 µF spezifiziert und stimmen in ihrer Bauform ebenfalls mit denen auf der Karte überein.

Ergebnisse

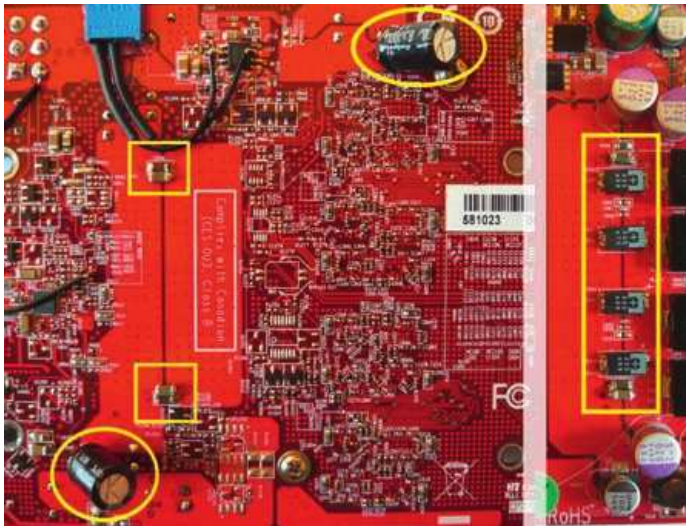
Unsere Übertaktungstest mit den Volt-Mods beginnen bei der GPU. 823 MHz bei 1,235 V sind bereits ein akzeptables Ergebnis und so setzen wir uns die 1-GHz-Grenze als vorläufiges Ziel. Der RV670 ist durchaus spannungsfreudig und so skaliert auch der Takt unserer GPU gut mit erhöhter Spannung. Bei 1,5 V angelangt, läuft die HD 3850 erstmals mit einem Takt von 999 MHz/1.089 MHz durch den 3DMark03. Den Originalkühler haben wir im Voraus durch einen Accelero S1 mit zwei 120-mm-Lüftern ersetzt und so erreicht die GPU-Temperatur auch unter Last nur leicht über 50 °C. Den MOSFETs spendierten wir einen passiven Kühlblock, der ebenfalls von dem Luftstrom profitiert.

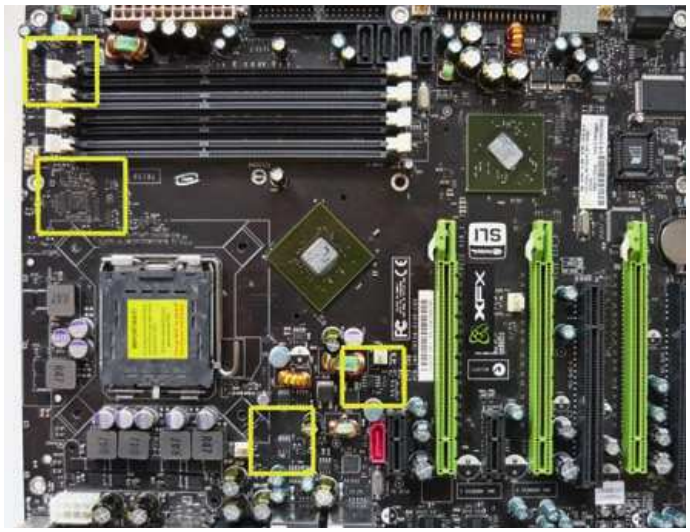
Nachdem wir die Cap-Mod vorgenommen haben, ließ sich die GPU spürbar besser übertakten. Den GPU-Takt konnten wir bei gleicher Spannung zusätzlich um eine Taktstufe (13,5 MHz) anheben. Andersherum lief der gleiche Takt mit ungefähr 30 mV bis 40 mV weniger GPU-Spannung stabil. Der Videospeicher zeigte sich leider so gut wie unbeeindruckt von dem zusätzlichen Kondensator. Wahrscheinlich hätte hier auf der Rückseite jedes einzelnen GDDR3-ICs ein Elektrolytkondensator angebracht werden müssen.

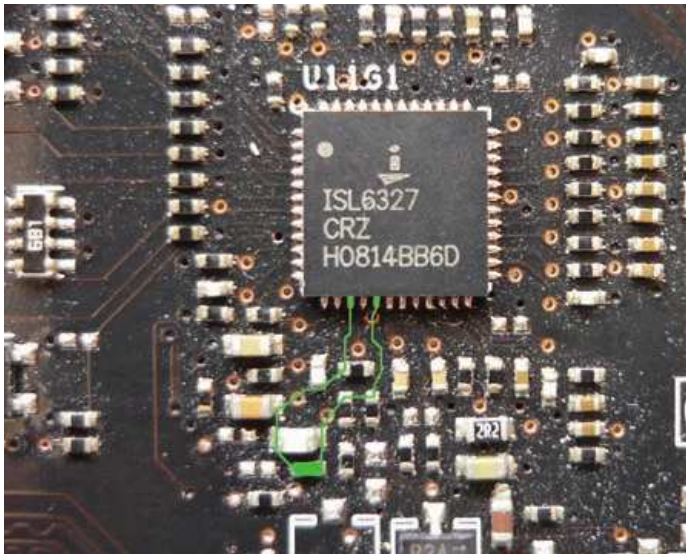
Zum Abschluss erhöhten wir die GPU-Spannung nochmals, um den maximal stabilen Takt für die beliebten 3DMarks zu ermitteln. Bei 1,71 V schafft es die GPU auf ganze 1.066 MHz. Das ist eine Übertaktung von immerhin 59 Prozent. Durch die zusätzliche Spannung nahm die Abwärme deutlich zu, sodass wir einen zusätzlichen 80-mm-Lüfter zur Kühlung der MOSFETs einsetzten. Wir empfehlen Ihnen dringend, Ihre Grafikkarte nur mit einer sehr guten Kühlung derart stark zu übertakten. Eine so hohe GPU-Spannung ist keinesfalls für den Alltags- oder Dauerbetrieb geeignet. ▷



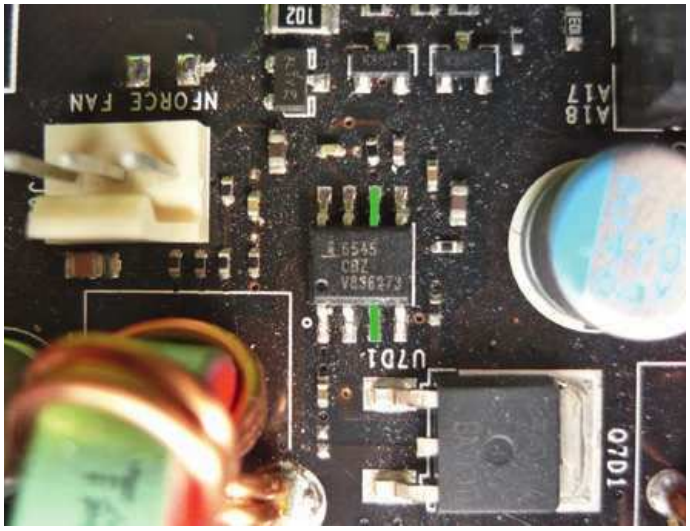
Die Überstromschutzmechanismen der GPU lassen sich durch eine Modifizierung der markierten Widerstände umgehen.


Nachdem wir die Cap-Mod vorgenommen hatten, ließ sich die Grafikkarte nochmals besser übertakten.


Das 790i-Mainboard bedarf einiger Modifikationen, damit es sich auch zum Extremübertakten eignet.



Die vDroop-Mod hilft dabei, den Spannungsabfall der CPU beim Übergang in den Lastmodus zu verringern.



Der PWM IC im Bild wird auf dem 790i gleich drei Mal verwendet. Die markierten Beinchen können direkt als Lötpunkte benutzt werden.

Eine besonders dünne Lötspitze (Bildmitte) gehört zur Grundausstattung, um erfolgreich Volt-Mods durchzuführen.

Mainboard im Detail

Modifikation der Hauptplatine

Als Testplatine benutzen wir ein XFX-790i-Ultra-Sli-Mainboard. Das BIOS bietet zwar für die meisten Normalanwender ausreichende Optionen zum Übertakten. Allerdings wollen wir uns mit den maximal einstellbaren Spannungen nicht zufrieden geben und planen auch den Einsatz von extremen Kühlmethoden.

Das 790i-Referenzboard setzt auf einen Sechs-Phasen-CPU-Abwärtswandler mit jeweils drei MOSFETs je Phase. Alle anderen Bauteile müssen sich hingegen mit einem simplen Ein-Phasen-Schaltregler begnügen. Dazu gehören die Northbridge, die Southbridge, der Arbeitsspeicher und die FSB(VTT)-Spannung.

vDroop-Mod

Sämtliche Nforce-Mainboards für Intels LGA775 sind für ihren starken Spannungsabfall unter Last bekannt, so auch das 790i. Der Controller des CPU-Schaltreglers ist ein ISL6327 mit 48 Pins und unterstützt sowohl ein echtes Sechs-Phasen-Design als auch VID-Einstellungen gemäß des VR10- und VR11-Standards von Intel. Da sich die Vcore im BIOS auf mehr als 2 V einstellen lässt, verzichten wir auf eine Modifikation der CPU-Spannung und beschränken uns darauf, den Vdroop zu verringern.

Im Datenblatt erfahren wir, dass die Stärke des Vdroops von dem Widerstand zwischen dem FB-Pin und dem Idroop-Pin abhängt. Wir betrachten also die Leiterbahnen von Pin 15 und 17 und können einen festen Widerstand finden, der zwischen den beiden Pins sitzt. Der elektrische Widerstand beträgt 2.380 Ohm. Wir benutzen einen 20k-Poti, den wir parallel anlöten und anschließend so weit herunterdrehen, bis der ursprüngliche Widerstand in etwa halbiert ist.

vNB-, vDIMM-, vFSB-Mods

Zur Regulierung der Northbridge-, FSB- und Speicherspannung setzt Nvidia beim 790i jeweils auf einen ISL6545-PWM-IC. Das Vorgehen ist bei allen drei Mods identisch und unterscheidet sich nur hinsichtlich der Widerstände.

Intersils 6545 ist ein achtbeiniger Ein-Phasen-Controller. Das Pinout im Datenblatt verrät, dass es sich bei Pin 6 um den Feedback-Pin und bei Pin 3 um einen Massepunkt handelt. Das Gehäuse und die Beinchen des ICs sind recht groß, sodass es problemlos möglich ist, die Kupferlitzen hier direkt anzulöten. Die Originalwiderstände der Feedback-Pins zur Masse betragen 773, 414 und 3.330 Ohm. Wir empfehlen daher, zwei 20k- und einen 100k-Poti zu verwenden. Die leicht erhöhten Spannungen auch bei voll aufgedrehtem Widerstand sind in diesem Fall weitestgehend unproblematisch, da sie sich im BIOS entsprechend niedriger einstellen lassen.

Ergebnisse

Die Northbridge des 790i-Boards erzeugt insbesondere mit erhöhter Spannung sehr viel Abwärme, daher wechseln wir im Voraus die Kühlung und montieren einen Thermalright HR-05 auf North- und Southbridge. Als CPU verwenden wir einen Core 2 Duo E8500, um das Mainboard auf maximalen FSB zu testen. Mit den höchsten BIOS-Spannungen und Luftkühlung ist es möglich, den FSB bis auf 580 MHz für eine CPU-Z-Validierung anzuheben. Nun erhöhen wir die Northbridge- und FSB-Spannung auf 1,65 V und testen erneut. So erreichen wir einen FSB-Takt von 600 MHz, bei dem sogar noch SuperPi 1M durchläuft. Da die Northbridge bereits sehr warm wird, wechseln wir erneut die Kühlung und benutzen Trockeneis, sowohl für die Northbridge als auch für die CPU. In Anbetracht der Minustemperaturen wollen wir dann auch nicht an Spannung sparen und betreiben die Northbridge mit 1,8 V. Am Ende gelingt es uns, den FSB bis auf 635 MHz anzuheben und eine gültige CPU-Z-Validierungsdatei abzuspeichern – ein sehr gutes Ergebnis für den Nforce-Chipsatz, zumal wir ein Board im Referenzdesign benutzen.

Das richtige Werkzeug

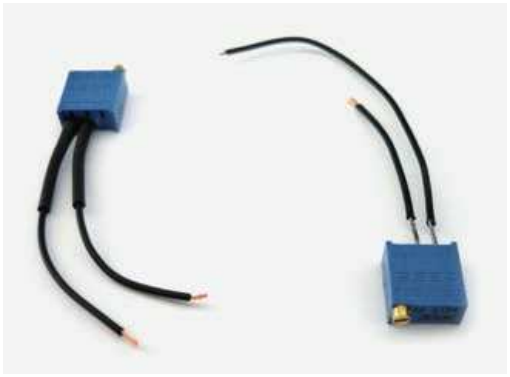
Die Grundausstattung zur Durchführung einer Volt-Mod besteht aus einer Lötausrüstung und einem Gerät zur Spannungs- und Widerstandsmessung. Für Letztere haben

sich digitale Vielfachmessgeräte/ Multimeter etabliert, die in jedem Baumarkt ab zehn Euro zu bekommen sind. Um erfolgreich zu löten, benötigen Sie mindestens einen Lötkolben mit dünner Bleistiftspitze, Lötzinn und feine Kupferlitze. Es ist auch möglich, die Adern eines ausgedienten IDE- oder Floppy-Datenkabels sauber zu trennen und diese anstelle der Litze zu verwenden.

Daneben gibt es eine Reihe an Zubehör, das die Arbeit vereinfacht oder verbessert, aber nicht zwingend notwendig ist. Dazu gehören Lötfett, Entlötlitze, eine Entlötpumpe, (Isolier-)Klebeband, eine Heißklebepistole, etwas Schrumpfschlauch und ein Reinigungsschwamm oder Salmiakstein.

Tips zum Löten

Bevor Sie zu löten beginnen, empfehlen wir Ihnen, sich zu überlegen, an welcher Stelle Sie das Präzisionspotenziometer später befestigen wollen. Suchen Sie eine freie Fläche auf der Platine oder eine andere geeignete Stelle, die möglichst nahe bei dem integrierten Schaltkreis liegt. Anschließend trennen Sie die Kupferlitze auf der entsprechenden Länge ab und löten diese zuerst an den Poti an. Damit sich das Lötzinn gut verteilt, können die Kontakte vorher mit etwas Lötfett bestrichen werden. Um die blanken Lötstellen vor einem möglichen Kurzschluss zu schützen, verwenden wir dünnen Schrumpfschlauch. Mit Heißkleber kann der Poti nun optimal fixiert werden, sodass er beim Drehen der Einstellschraube nicht unweigerlich verrutscht.



Nachdem die Kabel an den Potis angelötet wurden, benutzen wir etwas Schrumpfschlauch, um die Kontakte zu isolieren.

Mit einem umfangreichen Lötzubehör, so wie hier im Bild, geht vieles leichter von der Hand.

Zum Abschluss müssen die beiden Kabel des Potis an der Platine angelötet werden. Die empfindlichen SMD-Bauteile sollten dabei nicht zu lange und zu stark erhitzt werden. Wir geben daher das Lötzinn erst auf die Lötspitze und führen diese dann zu der Lötstelle. So dauert der Kontakt zur Hardware meist weniger als eine Sekunde. *(om)*

Fazit

Der Aufwand lohnt sich

Durch Volt-Mods kann oftmals brachliegendes Leistungpotenzial von Prozessor oder Grafikkarte aktiviert werden. Die Umbauarbeiten erfordern allerdings eine Menge Know-how und Mut zum Risiko. Ob die Mehrleistung auch den Garantieverlust und einen möglichen Defekt wert ist, muss jeder Übertakter für sich selbst entscheiden.

Cougar SX 460 PCGH-Edition

ANZEIGE

Produktname	SX 460 PCGH-Edition
Hersteller/erweiterte Informationen	Cougar (www.pcgh.de/go/cougar)
Preis	Ca. € 85,-
Maximalleistung (Herstellerangabe)	460 Watt
Ausstattung	
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	65-97 cm/80-94 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	1 (PATA-Adapter)/5/6 Stück
12-V-Anschluss/ATX-Stecker (Länge)	1x 8-Pin (55 cm)/1x 24-Pin (55 cm)
PCI-E-Anschlüsse (Länge)	1x 6+2-Pin (50 cm), 1x 6-Pin (50 cm)
Modulares Kabelsystem	Ja (teilweise)
Kühlsystem	Aktiv, 140 Millimeter
Handbuch/Garantie	Ja, deutsch/3 Jahre
80-Plus-Zertifizierung	80 Plus Silber
Schutzmechanismen laut Hersteller	OVP, UVP, SCP, OPP, OCP
Zubehör/Sonstiges	Gerätestecker, Klettbinder, Schrauben
Eigenschaften	
Kondensatoren primär/sekundär	Nippon Chemicon 400V, 330µF, 105 °C
Platinenmaterial	FR3-Platine aus Epoxidharz
Abmessungen B x H x T (Überlänge)	150 x 86 x 160 mm
Belastbarkeit +3,3 V und +5 V	120 Watt
Belastbarkeit +12 V/Schienen	430 Watt/2
Leistung	
Stabilitätstest	Bestanden
Lautstärke 111/368/518 Watt	0,6/1,0/2,2 Sone
Leistungsaufnahme Soft-off	0,5 Watt
Effizienz	86-91 %

PC Games Hardware bietet zusammen mit Cougar ein PCGH-Netzteil an, das mit einer besonderen Lackierung auf sich aufmerksam macht.

Die SX-Serie von Cougar gibt es normalerweise nur ab 550 Watt. Die PCGH-Edition ist dagegen eine Neuentwicklung mit 460 Watt, da diese Leistung für die meisten PCs ausreicht und sich die niedrigere Watt-Klasse positiv auf den Preis auswirkt. Die optische Veränderung betrifft unter anderem die Lackierung. Die Farbkombination aus Weiß und Schwarz ist ein echter Hingucker. Außerdem werden schwarze Flachbandkabel mitgeliefert, die es so bei der SX-Serie ebenfalls nicht gibt. Auch das Innenleben der PCGH-Edition wurde modifiziert und optimiert. Als Anwender profitieren Sie vor allem von dem niedrigen Lärmpegel. *(dw)*

NEU

Heft-DVD: Video zum PCGH-Netzteil

PCGH-Edition **Mehr Infos unter: www.pcgh.de/go/cougar**

PC Games Hardware – DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

Arbeitsspeicher in vollem Umfang nutzen und ausreizen

Speichertuning

Die aktuellen Versionen des derzeit erhältlichen Arbeitsspeichers variieren in allen Belangen. Wir zeigen Ihnen, welche Vorzüge Sie nutzen sollten und welche Optimierungen von Vorteil sind.

Neben dem Mainboard, der CPU und der Grafikkarte bestimmt der Arbeitsspeicher die Leistung und Reaktionsgeschwindigkeit eines Computers. Je nachdem, welche Menge verbaut ist und aus welchem Segment die Riegel stammen, kann ein gewisses Tuning-Potenzial ausgeschöpft werden. Dadurch lässt sich ein optimiertes System nochmals verbessern und weitere Performance-Steigerungen realisieren.

Wie Sie das Ganze bewerkstelligen und welche Mittel dazu nötig sind, zeigen die folgenden Seiten. Zusätzlich erläutern wir die Vor- und Nachteile von Windows- und Software-Optimierungen.

Hardwareinformationen herausfinden

Bevor Sie sich umschauen, welche Speichermodule als Erweiterung dienen könnten, oder wie hoch die maximal von der Hauptplatine unterstütze Taktrate ist, gilt es, mittels verschiedener Methoden Mainboard und RAM zu identifizieren. Das kostenlose Tool CPU-Z entpuppt sich als einfachste und komfortabelste Lösung. Unter der Registerkarte „Memory" finden sich der anliegende Takt, die Timings sowie die derzeit verbaute Menge. Der Reiter „SPD" beinhaltet tiefgründigere Informationen und zeigt, welche RAM-Bänke belegt sind. Trotzdem sollte man sich nicht auf eine einzelne Quelle verlassen, da die Software je nach Aktualität der Hardware Auslesefehler produzieren kann. Glücklicherweise versehen die Hersteller ihre Produkte extra mit den nötigen Aufklebern, um die Spezifikationen sichtbar zu machen. Trotzdem variiert die Anzahl der aufgedruckten Details. Auch ein Besuch der Herstellerseite kann hilfreich sein.

Wollen Sie das Mainboard mit neuen Modulen bestücken, müssen die entsprechenden Daten im Handbuch oder auf der Herstellerwebseite herausgesucht werden. Nicht jedes Mainboard unterstützt jeden Speicher. Für eine einfachere Handhabung veröffentlichen die Platinenhersteller in gewissen Abständen sogenannte „Qualified Vendor Lists" (kurz: QVL), in denen ersichtlich ist, welche Riegel kompatibel zum vorliegenden Produkt sind. Jedoch sind diese Listen aufgrund der Unmengen an verfügbaren Speicher-Kits nicht zu 100 Prozent vollständig. Das heißt aber auch, dass selbst nicht aufgelistete RAM-Konfigurationen lauffähig sein können.

Speicher wechseln oder Aufrüsten?

Nachdem geklärt ist, wie die derzeitige RAM-Bestückung aussieht, kann darüber nachgedacht werden, ob es lohnt, den vorhandenen Speicher auszuwechseln oder mit einem weiteren Modul aufzustocken.

Letztere Methode ist vom bereits vorhandenen RAM-Riegel abhängig. Idealerweise sollte ein zweites Gegenstück mit denselben Spezifikationen verbaut werden, um die Stabilität und die Zuverlässigkeit des System zu gewährleisten beziehungsweise sicherzustellen. Eine Mischbestückung ist nicht empfehlenswert. Wird der Rechner außerdem von DDR3 der ersten Generation mit 800 oder 1066 Megahertz angetrieben, könnte ein Umstieg auf ein schnelleres oder größeres Pärchen lohnenswert sein, gerade, weil die Speicherpreise recht niedrig sind. Acht Gigabyte kosten bereits weit unter 100 Euro. Kein aktuelles System sollte mit weniger als 4096 Megabyte ausgestattet sein, um ausreichend Reserven im Arbeits- und Spielealltag zu bieten. Weniger Kapazität führt meist zu deutlich niedrigeren Minimum-FPS und massiven Ladezeiten.

Achtung: 32- vs. 64-Bit

Gerade in Zeiten von Windows 7 und Vista steigt der Nutzen und die Popularität von 64-Bit-Betriebssystemen. Ihr Vorteil ist, dass Arbeitsspeicher jenseits der vier Gigabyte genutzt werden kann. Dementsprechend sind die Vorteile für User mit aktuellen Sockeln deutlich ausgeprägter. Ein 32-Bit-Windows erlaubt jeglicher Software hingegen den maximalen Gebrauch von knapp 3,5 Gigabyte oder weniger. Deshalb lässt sich mit dem Umstieg auf 64-Bit schon viel Potenzial freilegen. Die zu erwartende Leistungs- und Geschwindigkeitssteigerung liegt deutlich über den üblichen Tuning-Maßnahmen wie Takt- und Speicheroptimierung. Der zu betreibende Aufwand hingegen ist sehr hoch und relativiert die Überlegenheit massiv: Das System muss samt zugehörigen Programmen neu aufgesetzt werden. Zusätzlich können neue 64-Bit-Software-Lizenzen nötig werden, da viele Hersteller meist nur eine Programm-Version unterstützen.

Mischbestückung: Worauf Sie achten sollten

Sind Sie durch Zufall oder durch ein gutes Angebot in die Verlegenheit gekommen, ein zweites RAM-Modul mit abweichenden Spezifikationen zu erwerben, müssen wesentliche Dinge beachtet werden. Zum einen sollte die Kapazität gleich sein, um den Dual-Channel-Modus nutzen zu können. Zum anderen ist es zugunsten der Stabilität unabdingbar, die Timings im BIOS per Hand festzusetzen. Als Richtlinie dient der langsamere Riegel. Gleiches gilt für den Takt. Daher ist es kaum sinnvoll, DDR3-1333 mit DDR3-2133 zu kombinieren.

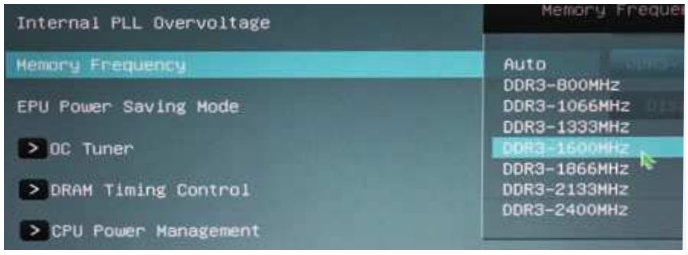
Neukauf: Was bietet der Markt?

Um solch eine Limitierung zu umgehen, lohnt meist der Neukauf von aufeinander abgestimmten RAM-Pärchen. Doch der Markt ist überflutet mit verschiedensten Speicher-Produkten. Neben High-End-Kits mit einem effektiven Takt von über 2000 Megahertz und scharfen Timings finden sich außerdem einfache Riegel im DDR3-800- bis DDR3-1600-Format. Die Latenzen variieren von CL6 bis CL9. Daneben bieten einige Hersteller ihre sogenannten ECO- oder Low-Voltage-Varianten an, die mit 1,25 oder 1,35 Volt laufen. Auch ▷

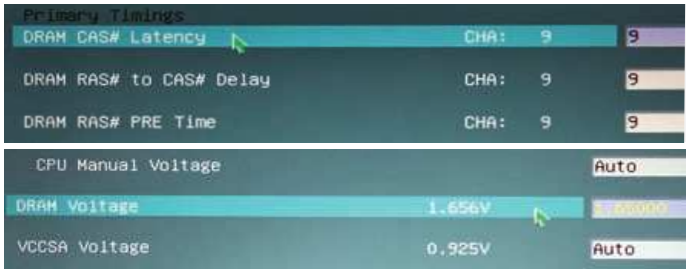
RAM identifizieren

Das Tool CPU-Z zeigt alle nötigen Systeminformationen. Gerade unter den Registerkarten „Memory" und „SPD" sind die wichtigen RAM-Daten zu finden.

Zusätzlich sollten weitere Informationen auf der Herstellerwebsite oder auf dem Riegel selbst gesucht werden, um beim Aufrüsten sicher zu sein.



Im BIOS oder UEFI sollten Sie die Hersteller-Spezifikationen per Hand festsetzen. Gerade der Takt ist für einen stabilen Betrieb unter „Memory Frequency" einzustellen.

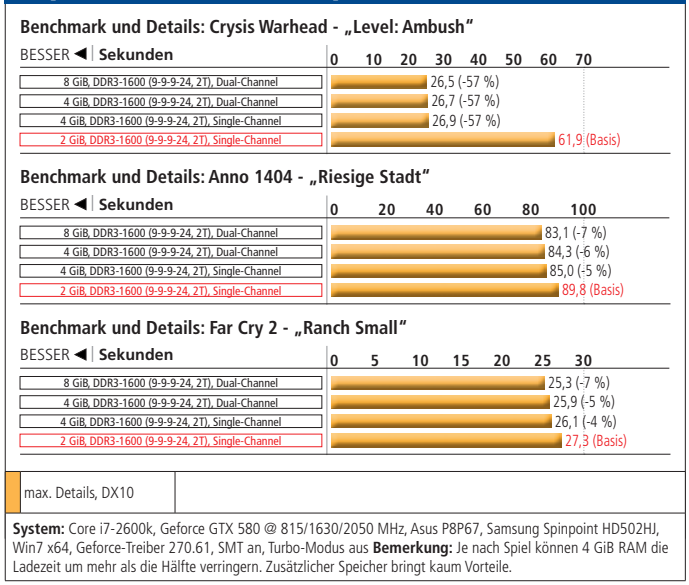


Danach können die Hauptlatenzen fixiert werden. Hier läuft das Kit mit CL9-9-9-24 und einer Command-Rate von 2T. Die Spannung sollte immer der Vorgabe entsprechen.

Meist sind die einfachen Heatspreader nur mittels Wärmeleitkleber auf die Speicherchips beidseitig aufgeklebt. Durch das Entfernen verliert der Käufer die Garantie.

Die beliebten Dominator-Module von Corsair verfügen über eine recht aufwendige Kühlung. Andere Hersteller arbeiten ebenfalls mit exklusiven Heatspreadern.

Kapazität & Busbreite: Spiele-Ladezeiten



System: Core i7-2600k, Geforce GTX 580 @ 815/1630/2050 MHz, Asus P8P67, Samsung Spinpoint HD502HJ, Win7 x64, Geforce-Treiber 270.61, SMT an, Turbo-Modus aus **Bemerkung:** Je nach Spiel können 4 GiB RAM die Ladezeit um mehr als die Hälfte verringern. Zusätzlicher Speicher bringt kaum Vorteile.

hier gibt es diverse Probleme mit einigen Boards. Bei verschiedenen Hauptplatinen ist es aufgrund der fehlenden Einstellungen nicht möglich, die Spannung auf die Hersteller-Spezifikation zu senken. Dadurch muss der Speicher zwangsläufig außerhalb der Grenzwerte betrieben werden, was zum Erlöschen der Garantie und Gewährleistung führt. Demgegenüber steht aufgrund der höheren Voltage ein besseres Tuning-Potenzial, je nach Chip und Spannungsskalierung.

Weitere Besonderheiten

Neben der Leistung spielt die Kühlung der Speicherkits eine wichtige Rolle. Gerade die neuen Sandy-Bridge-RAMs können mit geringen 1,5 Volt oder weniger betrieben werden. Diese verfügen entweder über keinen Heatspreader oder über eine simple Ausführung, welche aus einfachen Alu-Blechen besteht. Trotzdem ist der Unterschied in Sachen Temperatur eher marginal. Um die Kühlleistung weiter zu steigern, greifen einige Hersteller auf intensiv entwickelte Heatspreader-Varianten (Corsair Dominator) zurück, oder legen dem Lieferumfang einen aktiven Kühler samt Lüftern bei. Letztere machen sich in der Regel durch eine wahrnehmbare Geräuschkulisse negativ bemerkbar. Die Temperaturen sinken im Gegenzug bei beiden Ausführungen jedoch um fast 10 °C gegenüber einfachen Heatspreadern. Letztere entscheiden in ihrem Design über die Kompatibilität mit diversen CPU-Kühlern. Die Speicherhersteller greifen immer häufiger auf ausladende beziehungsweise hohe Lösungen zurück, die zwar in der Regel kaum mehr Temperatur abtransportieren können als die kleineren Aufbauten, aber die Optik maßgeblich prägen. Nutzer von riesigen Twin-Tower-Kühler auf ihren Prozessoren werden häufig mit diesem Umstand konfrontiert. Daher sollten die Ausmaße von beiden Komponenten beim Neukauf stets im Hinterkopf behalten werden.

Welche Module sind empfehlenswert?

Aufgrund unserer Erkenntnisse und der erstellten Benchmarks sind Speicherkits mit einer Kapazität von vier Gigabyte für aktuelle AM3-, 1155- und 1156-Systeme ausreichend und bieten dazu genügend Leistung, um auch aktuelle Spiele ruckelfrei nachzuladen. User mit Intels High-End-Sockel 1366 sollten hingegen die mögliche Bestückung von sechs Gigabyte und den damit verbunden Triple-Channel-Modus nutzen. Empfehlenswert ist die Nutzung von zwei Speichermodulen bei den aktuellen Mittelklasse-Mainboards (Sockel 1155, -1156 und AM3+). Die Vollbestückung kann unter Umständen zu Problemen führen, da der Speichercontroller in der CPU stark belastet wird.

Für den normalen alltäglichen Betrieb können Sie getrost auf Mittelklassespeicher zurückgreifen. Dank der relativ moderaten Preise liegt der Fokus auf DDR3-1600 mit CL9- oder CL8-Timings. Der prozentuale Unterschied zur niedrigeren 1333-Taktung bewegt sich im einstelligen Bereich. Umgekehrt ist es genauso im Vergleich zum High-End-RAM mit mehr als 2000 Megahertz an effektivem Takt.

Herstellerspezifikationen instabil: was tun?

Es kann immer wieder vorkommen, dass selbst die Herstellerspezifikationen auf einigen Boards oder im Zusammenspiel mit unterschiedlichen Chipsätzen instabil laufen. Um diesem Problem vorzubeugen, sollten die Hauptlatenzen und die vom Hersteller vorgegebenen Taktraten im BIOS per Hand fixiert und eingestellt werden. Ebenfalls empfehlenswert ist das Festsetzen der Spannung auf die Herstellervorgabe. Treten immer noch Stabilitätsprobleme auf, hilft es meist, die Spannung um ein bis zwei Zähler anzuheben. Gerade bei aktuellen AMD-Systemen ist diese Maßnahme in vielen Fällen wirksam. Weiterhin führt das „Entspannen" der Timings zu einem ähnlichen Effekt. Meist entpuppt sich der T_{RCD}-Wert als Übeltäter, daher sollte dieser um einen Zähler heraufgesetzt werden (Beispiel: 7-7-7-21 auf 7-8-7-21). Die Performance sinkt dadurch kaum bis gar nicht. Die „2T"-Einstellung der Command-Rate bewirkt in manchen Situationen kleine Stabilitäts-Wunder.

Möglichkeiten, den Speicher zu tunen

Wie bei Grafikkarten und Prozessoren gibt es beim Arbeitsspeicher die Möglichkeit, mehr Performance mittels verschiedener Tuning-Optionen zu erreichen. Üblicherweise bietet der RAM, ähnlich wie andere Komponenten, ein bestimmtes Potenzial, das ohne große Probleme

ausgeschöpft werden kann. Neben der Übertaktung über den Speicher-Multiplikator oder den Referenz- beziehungsweise Bustakt des Prozessors lassen sich die Timings in einem gewissen Maß verschärfen. Natürlich funktioniert das Ganze auch umgekehrt. Damit kann durch das Entspannen der Latenzen der Gesamttakt weiter gesteigert werden. Zusätzlichen Spielraum schafft man sich mit dem Anheben und Senken der RAM-Spannung.

Hilfreiche Tools

Zum Übertakten werden in der Regel einige Software-Anwendungen benötigt. Diese dienen nicht nur zum Testen der Stabilität, sondern helfen auch, wichtige Systeminformationen einzuholen. Ein unerlässliches Tool ist, wie bereits erwähnt, CPU-Z. Es hilft, alle Hardwareinformationen auszulesen, und zeigt zusätzlich viele Veränderungen in Echtzeit an. Neben dem tatsächlichen Speichertakt werden die Hauptlatenzen samt Command-Rate aufgelistet, außerdem lässt sich die RAM-Slot-Belegung des Mainboards anzeigen.

Empfehlenswert für das Ausloten der maximalen Taktraten oder der möglichen Timings sind natürlich Stresstests, die hauptsächlich den Prozessor und den Speicher belasten. Am besten eignet sich das Tool Prime 95 dafür, das idealerweise in zwei Instanzen ausgeführt und so eingestellt werden sollte, dass mindestens 95 Prozent des verbauten RAMs unter Last arbeiten. Dazu legen Sie einfach zwei Verknüpfungen der entsprechenden EXE-Datei beispielsweise auf dem Desktop an. Deren Kommandozeilen sollten so abgeändert werden, dass sich beide Anwendungen gleichzeitig ausführen lassen. Gehen Sie dazu wie folgt vor: „Rechts-Klick“ - „Eigenschaften“ - „Verknüpfung“ und fügen Sie in der Zeile „Ziel“ eine zusätzliche Endung an. Aussehen sollte es dann so: C:\Users\Username\Programme\p64v2511\prime95.exe -a. Die zweite Verknüpfung versehen Sie dann zum Beispiel mit „-b“. Nach dem Start der beiden Programme kann unter dem Punkt „Custom“ jeweils die halbe Größe des vorhandenen RAMs eingetragen werden. Natürlich reicht im Prinzip eine Prime-95-Ausführung, aber die CPU und die Speicher-Last bleiben mit einer zusätzlich angepassten Version deutlich höher. Eventuelle Instabilitäten offenbaren sich daher früher. Trotzdem ist es ratsam, eine zweite unabhängige Anwendung auszuführen. Das auf DOS basierende Tool Memtest86+ eignet sich dafür am besten. Mittels bootbarem Medium können Sie das Programm starten und bestenfalls mehrmals durchlaufen lassen. Interessant ist zu wissen, dass der fünfte Test am meisten beansprucht.

RAM-Takt erhöhen

Das Übertakten des Arbeitsspeichers gehört zur einer effektiven Tuning-Methode, um das System in geringem Maße zu beschleunigen. Dazu muss lediglich der Grundtakt des RAMs erhöht werden. Am einfachsten lässt sich das auf Sockel 1156-, 1366- und AM3-Systemen bewerkstelligen. Den Referenztakt des Systems sollten Sie in ein bis fünf Megahertz-Schritten anheben, um den maximalen RAM-Takt herauszufinden. Je nach eingestelltem Multiplikator errechnet sich dieser und wird im BIOS/UEFI einiger Hauptplatinen in Echtzeit angezeigt. Beachten Sie dabei, dass meist weitere am Mainboard angebundene Komponenten an diesem Haupttakt hängen und daher mit den entsprechenden Multiplikatoren angepasst werden müssen. Bei AMD beispielsweise gehören der HT-Link und die CPU-Northbridge dazu. Gleiches gilt für den Prozessor. Achten Sie unbedingt auf diese Taktraten, damit eventuell auftretende Stabilitätsprobleme nicht von anderen Komponenten hervorgerufen werden.

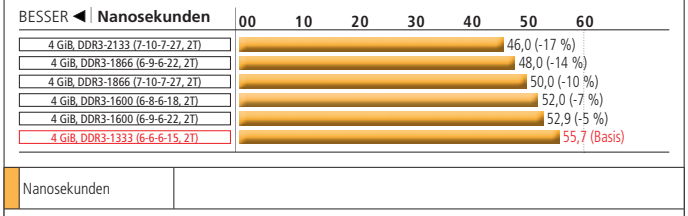
Die Takt-Steigerung sollte in kleinen Schritten erfolgen und mit den genannten Programmen längere Zeit auf Stabilität getestet werden. Für erste Versuche reichen ca. 30-45 Minuten Dauerstress. Sind die verbauten Chips am Ende ihres Potenzials angekommen und treten Abstürze auf, hilft das Entspannen der Timings, um weitere Steigerungen zu ermöglichen. Auch die Erhöhung der Spannung um maximal 0,1 Volt über die Herstellervorgaben kann den Takt-Spielraum vergrößern.

Besonderheiten AMD

Leider erreichen AMD-Systeme gegenüber denen von Intel nur schwer hohe Taktraten. Bei Phenom-I-Prozessoren war die Grenze meist schon bei 1600 Megahertz erreicht. Die nachfolgende Prozessorgeneration schaffte je nach Chipsatz spielend 1.700 bis ▷

Theoretische Leistung: Verzögerung

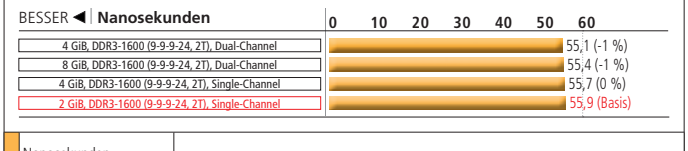
Benchmark und Details: MaxxMEM² Preview v1.95



System: Core i7-2600K, Gef. GTX 580 @ 815/1630/2050 MHz, Asus P8P67, Samsung HD502HJ, Win7 x64, Gef.-Treiber 270.61, SMT an, Turbo aus **Bemerkung:** Die Speicherverzögerung von Mittelklasse-RAM liegt deutlich unter den High-End-Modellen. Trotzdem bleibt auch hier ein Leistungsvorteil im normalen Betrieb kaum spürbar.

Verzögerung: Kapazität & Busbreite

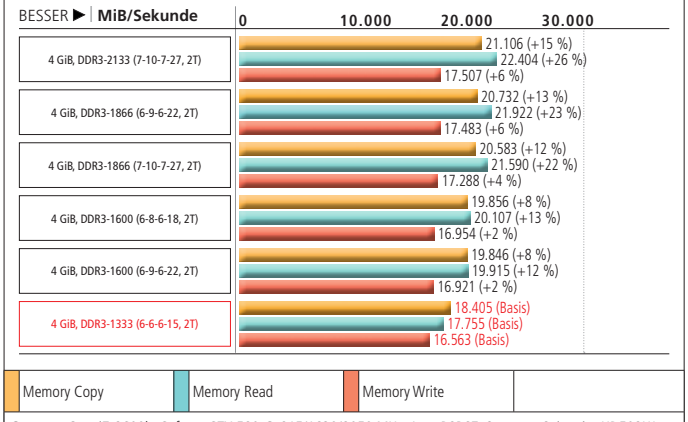
Benchmark und Details: MaxxMEM² Preview v1.95



System: Core i7-2600k, Geforce GTX 580 @ 815/1630/2050 MHz, Asus P8P67, Samsung Spinpoint HD502HJ (7.200 U/min, 16 MiByte Cache), Win7 x64, Geforce-Treiber 270.61, SMT an, Turbo-Modus aus **Bemerkung:** Die Menge des verbauten RAMs hat keine spürbaren Auswirkung auf dessen Verzögerung.

Theoretische Leistung: Kopieren, Lesen, Schreiben

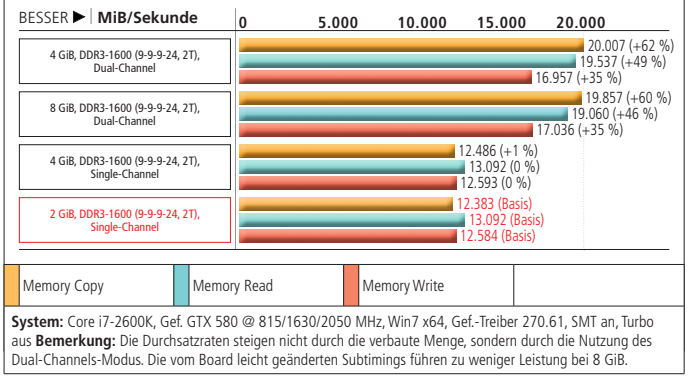
Benchmark und Details: MaxxMEM² Preview v1.95



System: Core i7-2600k, Geforce GTX 580 @ 815/1630/2050 MHz, Asus P8P67, Samsung Spinpoint HD502HJ, Win7 x64, Geforce-Treiber 270.61, SMT an, Turbo-Modus aus **Bemerkung:** In der Theorie steigt die Leistung mit höherem Takt und schärferen Timings drastisch an, im alltäglichen Betrieb bleibt der Performanceschub jedoch aus.

Theoretische Leistung: Kapazität & Busbreite

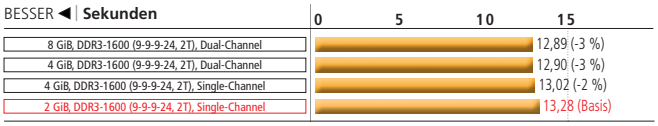
Benchmark und Details: MaxxMEM² Preview v1.95



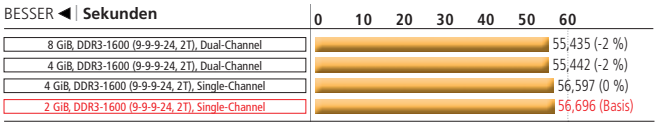
System: Core i7-2600K, Gef. GTX 580 @ 815/1630/2050 MHz, Win7 x64, Gef.-Treiber 270.61, SMT an, Turbo aus **Bemerkung:** Die Durchsatzraten steigen nicht durch die verbaute Menge, sondern durch die Nutzung des Dual-Channels-Modus. Die vom Board leicht geänderten Subtimings führen zu weniger Leistung bei 8 GiB.

Kapazität & Busbreite: Anwendungen

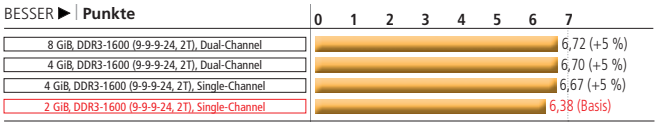
Benchmark und Details: Paint.net 3.36 - (PDN-Bench)



Benchmark und Details: Super Pi Mod 1.5 - (4M)



Benchmark und Details: Cinebench R11.5 - (CPU) - 64 Bit

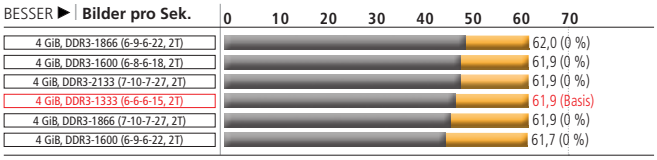


Einstellungen - Standard

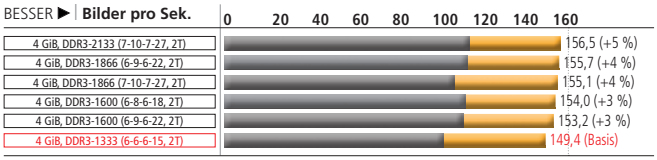
System: Core i7-2600K, Gef. GTX 580 @ 815/1630/2050 MHz, Asus P8P67, Samsung HD502HJ, Win7 x64, Gef.-Treiber 270.61, SMT an, Turbo aus **Bemerkung:** Die unterschiedliche RAM-Bestückung macht sich in diesen einfachen Benchmarks kaum bemerkbar. Hier zählt höherer CPU-Takt. Einzige Ausnahme: 7-Zip.

Takt vs. Timings: Spieleleistung

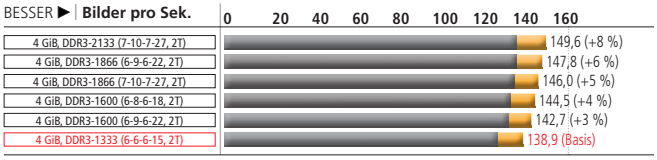
Crysis: Warhead (DX10) - Spielstand „Ambush" - Details: „Enthusiast" - 64 Bit



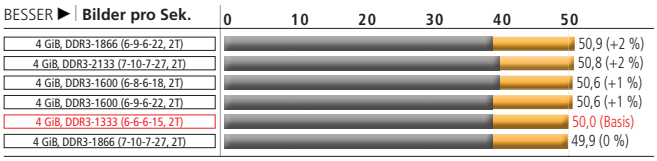
Far Cry 2 (DX10) - „Ranch Small"-Benchmark - Details: „Ultra High"



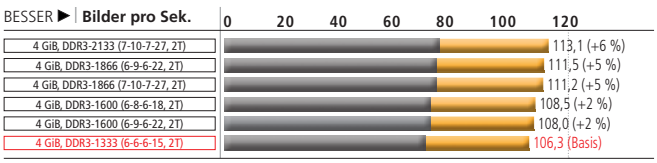
Resident Evil 5 (DX10) - „Fixed"-Benchmark - max. Details



Anno 1404 (DX10) - Spielstand „Riesige Stadt" - max. Details



Dragon Age Origins (DX10) - Spielstand „Ostagar" - Details: „Mainstream"



Minimum-Fps | 1.680 x 1.050, kein FSAA/AF

System: Core i7-2600K, Gef. GTX 580 @ 815/1630/2050 MHz, Asus P8P67, Samsung HD502HJ, Win7 x64, Gef.-Treiber 270.61, SMT an, Turbo aus **Bemerkung:** Egal ob der Takt hoch oder die Latenzen scharf eingestellt sind, die Leistungssteigerung liegt lediglich im einstelligen Prozentbereich - maximal bei 8 Prozent.

1900 Megahertz – entsprechend optimierte Module samt Phenom II X6 sogar bis zu DDR3-2000 und mehr.

Besonderheiten Intel

Gerade der Sockel 1156 ermöglicht extrem hohe Speichertaktraten von bis zu 2400 Megahertz. Dessen RAM-Takt errechnet sich am Uncore-Takt, der 1,5-mal so hoch sein darf. Beim Sockel 1366 muss dieser je nach CPU den doppelten Takt aufweisen. Intels Bloomfield- und Lynnfield-Modelle können unter Luftkühlung einen Uncore-Takt von knapp 3,8 bis 4,0 Gigahertz realisieren. Sandy-Bridge-Prozessoren verfügen hingegen über eine überarbeitete Architektur. Deren sogenannter Ring-Bus vereint alle wichtigen Bestandteile (unter anderem auch den Speicher), lässt sich aber kaum übertakten. Hier hilft nur der Weg über die vorgegebenen, festen Taktraten. Bei den meisten Boards sind das DDR3-800, -1066, -1333, -1600, -1866, -2133 und -2400. Die letzte Option verhindert meist das Booten des Systems.

Latenztuning

Ebenfalls recht einfach gestaltet sich das Speichertuning per Hauptlatenzen. Ziel ist es, die Timings bei einem bestimmten RAM-Takt an ihr Limit zu bewegen. Die Vorgehensweise ist recht simpel: Verringern Sie die entsprechenden Zähler um jeweils eine Stufe. Bei jeder Änderung sollte ein Stabilitätstest durchgeführt werden. Im Falle der uns vorliegenden Corsair-Vegeance-Module konnten wir statt der vorgegebenen Timings 9-9-9-24 das Kit mit CL8-9-8-20 betreiben. Mit sinkendem DDR3-Takt war es möglich, die Latenzen weiter zu verschärfen. Auch eine Spannungserhöhung brachte Vorteile mit sich.

Undervolting

Neben Grafikkarten und Prozessoren kann der Nutzer die Spannung des Speichers selbst wählen und anpassen. Da die Hersteller in jedem Fall einen Puffer einkalkulieren, entsteht für den Käufer weiterer Spielraum. Um das minimale Limit zu erreichen, muss die Speicherspannung in kleinen Schritten verringert werden. Zwischenzeitlich ist ein Test per Prime 95 und Memtest86+ Pflicht. Treten bereits Probleme auf, sollte die Voltage in kleinen Schritten wieder erhöht werden. Insgesamt lässt sich durch RAM-Undervolting nur wenig Strom sparen. Die Unterschiede sind nahezu marginal.

Tuning, was bringt es?

Die Benchmarks offenbaren keine besonders hohen Performance-Steigerungen, wenn Hand am Takt oder den Timings angelegt wird. In beiden Fällen ist kaum ein zweistelliger Prozentsatz erreichbar. Hier wirkt sich die Menge des Speichers stärker aus. Trotzdem können Enthusiasten und Perfektionisten ihr System auf Maximum respektive Optimum tunen. Die wenigen Prozent Mehrleistung werden bei einigen Games fast eins zu eins in Bilder pro Sekunde umgesetzt. Gerade die Höhe der Minimum-FPS steigt dadurch. Neben der direkten Optimierung an der Hardware gibt es zusätzlich verschiedene Wege, die sich im Betriebssystem einsetzen lassen.

Auslagerungsdatei deaktivieren

Eine dieser möglichen Optionen unter Windows ist das Deaktivieren der Auslagerungsdatei. In die „Pagefile.sys" lagert das Betriebssystem Daten aus, die nicht mehr in den Arbeitsspeicher passen. In vielen Foren findet man die Empfehlung, diese wichtige Windows-Datei erst auf das Minimum von 16 Megabyte zu reduzieren und dann ganz zu deaktivieren. In unserem Test mit weniger als sechs bis acht Gigabyte RAM stürzten intensive Anwendungen wie Photoshop ständig ab. Darüber hinaus lief das System stabil. Der einzige Vorteil, der daraus entsteht, ist die Unterbindung des Schreibzugriffs auf die Festplatte. Selbige wird in gewissem Maße geschont. Daher lohnt sich diese Maßnahme nur bedingt.

Speicher defragmentieren

Läuft der Rechner lange Zeit ohne Reboot, bilden sich kleine Lücken im Speicher. Ähnlich wie bei einer Festplatte fragmentiert dieser dann und die Ladezeiten werden deutlich länger. Auch Anwendungen reagieren langsamer. Einige Hersteller bieten Tools zum RAM-Defragmentieren an. Eine selbst erstelle Script-Datei soll ebenfalls helfen. Das Prinzip dieser Anwendungen ist simpel: Die Speicherchips werden mit Nullen überschrieben und verlieren ihren Inhalt. Einfacher dagegen ist ein normaler Neustart, der kein zusätzliches Tool erfordert. Damit bleibt auch das System sauber.

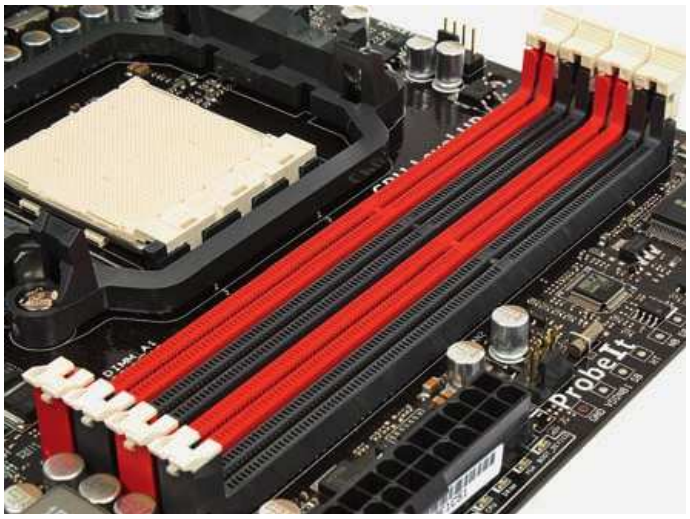
RAM-Disk

Wie der Name „RAM-Disk“ andeutet, wird mithilfe eines Programms eine virtuelle „Festplatte“ auf dem Arbeitsspeicher eingerichtet. Dort können später lade-intensive Ordner und Anwendungen abgelegt werden, um zum Beispiel Bildbearbeitungen zu beschleunigen und die Defragmentierung der Festplatte sowie deren Schreibzyklen zu verringern. Zusätzlich erfolgt das Spulen von HD-Videos schneller. Demgegenüber stehen einige Nachteile wie die Flüchtigkeit der Daten, die Limitierung der Dateigrößen und die Einbuße des frei verfügbaren Speichers. Das Thema „RAM-Disk“ ist daher nicht für alle Leser interessant und erfordert gute bis sehr gute Systemkenntnisse. Der Geschwindigkeitsvorteil kann nur gefühlt nachvollzogen werden. *(hd)*

Fazit

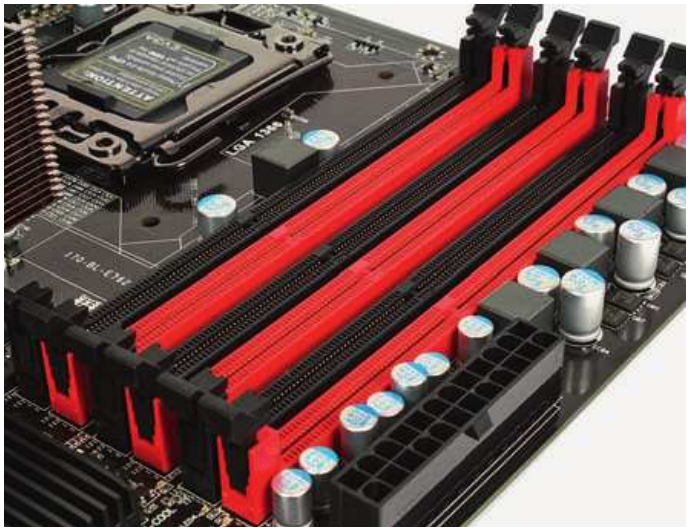
Speichertuning

Der Arbeitsspeicher bietet in einem geringen Maße Tuning-Potenzial und kann von jedem einfach umgesetzt werden. Die dadurch erreichten Performance- und Reaktionssteigerungen begrenzen sich auf wenige Prozent. Vielmehr hilft es, den Speicher auf mindestens vier Gigabyte aufzurüsten und ein 64-Bit-Betriebssystem in Erwägung zu ziehen.



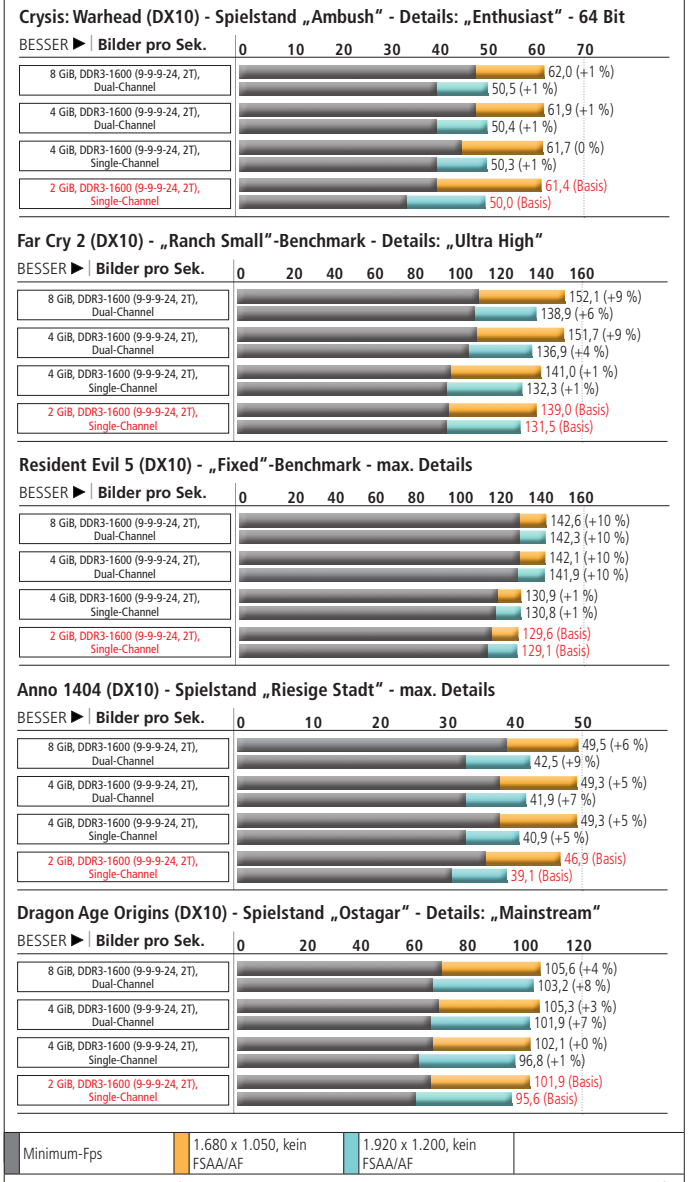
Die RAM-Bänke befinden sich gegenüber der Intel-Lösung um 180° gedreht auf aktuellen AMD-Platinen. Die Module sollten in nächster Nähe zum Prozessor eingesteckt werden.

Die beiden Mittelklasse-Plattformen haben von Intel nur eine Dual-Channel-Anordnung zu bieten. Auch hier gehört der RAM in die äußersten, blauen Steckplätze.



Intels High-End Plattform verfügt über eine Triple-Channel-Anbindung des Speichers. Die Ram Module müssen ausgehend vom äußersten Slot eingesteckt werden.

Kapazität & Busbreite: Spieleleistung



System: Core i7-2600K, Gef. GTX 580 @ 815/1630/2050 MHz, Asus P8P67, Samsung HD502HJ, Win7 x64, Gef.-Treiber 270.61, SMT an, Turbo aus **Bemerkung:** Obwohl die Bildrate nur im einstelligen Prozentbereich steigt, verringern 4 GiB RAM die Nachladeruckler deutlich. Dadurch erhöhen sich auch die Min.-Fps.

Das Übertakten des Hauptprozessors hat eine lange Geschichte

Die Megahertz-Jagd

CPU-Overclocking ist seit Jahren ein einfacher Weg, um mehr Leistung zu erhalten. Wir gehen auf Spurensuche: Seit wann wird übertaktet und wie hat sich dieses Hobby entwickelt?

Um die Enwticklung des CPU-Overclockings darzulegen, gehen wir zeitlich nicht nur einige Jahrzehnte zurück, sondern analysieren auch Übertaktungsergebnisse und sprechen mit Insidern aus der Übertakterszene.

Der Anfang

Bereits in den Achtzigerjahren wurde CPU-Overclocking von wenigen Pionieren praktiziert. Diese konnten sich allerdings nicht auf BIOS-Funktionen oder gar Software-Tools verlassen, sondern mussten den Taktgeber wechseln und gegen ein anderes Modell aus dem Zubehörmarkt tauschen. Auf diese Weise wird aber nicht nur der Prozessor-, sondern auch der Systemtakt angehoben, sodass sämtliche über den Systembus angebundenen Komponenten übertaktet werden. Die Erfolgsaussicht für stabiles Übertakten ist dementsprechend gering, zudem besteht beim Löten ein gewisses Risiko, die Hardware zu beschädigen. Immerhin: Die Kühlung stellte zu dieser Zeit noch kein Problem dar, die auf diese Weise geringfügig höhere Abwärme konnte problemlos an die Umgebungsluft abgegeben werden.

Mit der Entkoppelung des ISA-Bus vom Systemtakt Mitte der 80er-Jahre wurde das Anheben des Referenztakts weniger kritisch für die Stabilität des PCs, denn zu dieser Zeit wurde noch ein großer Teil der Systemkomponenten über Steckkarten angebunden. Weiterhin hinderlich war allerdings, dass viele Programme keinen eigenen Timer nutzten, sondern ihre internen zeitlichen Abläufe an die Taktfrequenz des Prozessors koppelten. Die Folge waren Spiele, die viel zu schnell abliefen und daher unspielbar waren. Abhilfe schaffte die Turbo-Taste, die bei der 8-MHz-Version des IBM-PCs ihr Debüt feierte und bis in die Pentium-Ära hinein an der Vorderseite vieler PC-Gehäuse angebracht war. Im laufenden Betrieb lässt sich damit der Takt senken, bei einigen PCs wurde zudem der CPU-Cache deaktiviert, um die Geschwindigkeit weiter zu bremsen.

Es wird einfacher

386er- und 486er-CPUs, die Ende der Achtziger- und Anfang der Neunzigerjahre populär waren, konnten bereits ohne Lötarbeiten übertaktet werden. Mithilfe von DIP-Schaltern ließen sich Parameter wie der Bustakt und die CPU-Spannung verändern. Gedacht waren diese auf der Platine sitzenden Schalter zur Konfiguration nach einem Prozessorwechsel, allerdings wurden sie auch für Overclocking zweckentfremdet. Zu dieser Zeit wurden auch einfache Luftkühler für einen stabilen Betrieb zwingend erforderlich.

Bis 1992 lief die CPU mit der gleichen Frequenz wie der Systemtakt. Erst der Intel-Prozessor i486DX2 brachte den CPU-Multiplikator ins Spiel. Bei 33 MHz FSB-Takt betrug der Kerntakt 66 MHz, bei den langsameren Modellen waren es 50 beziehungsweise 40 MHz Kerntakt bei 25 oder 20 MHz Bustakt. Mit einer einfachen Jumper-Umbesetzung ließ sich die 50-MHz-Variante auf 66 MHz übertakten. Dies führten allerdings nicht nur PC-Tuner zu Hause durch, sondern auch dubiose Händler, die 50-MHz-Systeme einkauften und auf 66 MHz übertaktet teurer verkauften.

Der nächste große Schritt folgte mit dem völligen Verzicht auf

Bonusmaterial

www Bonuscode **27FL**

Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

Mittels CPU-Z validierte CPU-Overclocking-Rekorde (Stand: 28.02.2011)

Kategorie	Taktrate	Standardtakt	Übertaktung in Prozent	Prozessor	Mainboard und Chipsatz	Rekordhalter (Nickname)	Datum
Höchster Takt (Intel)	8.242,45 MHz	3.460 MHz	+ 138,22 %	Celeron D 360	Asus Commando, P965	duck	23.09.2010
Höchster Takt (AMD)	7.344,48 MHz	3.400 MHz	+ 116,01 %	Phenom II X4 965 BE (C3)	Gigabyte 890FXA-UD7, 890FX	Mad222	10.01.2011
Höchste Übertaktung in %	4.292,58 MHz	1.400 MHz	+ 206,61 %	Mobile Celeron 1,40 GHz	Abit IC7-G, 875P	TaPaKaH	01.12.2009
Höchster FSB-Takt	750,92 MHz	333 MHz	+ 125,50 %	Core 2 Duo E8500	Gigabyte EP45T-Extreme, P45	Benny Lodewijk	30.09.2009
Höchster Takt (Core i)	7.307,84 MHz	3.200 MHz	+ 128,37 %	Core i5-655K	Evga P55 3X SLI Classified, P55	duck	01.09.2010
Höchster Takt (Core 2)	6.820,31 MHz	3.330 MHz	+ 104,81 %	Core 2 Duo E8600	Asus Rampage Extreme, X48	F.O.G.N.A.	10.10.2009
Höchster Takt (K8)	4.352,90 MHz	2.900 MHz	+ 50,10 %	Athlon X2 5600+	Gigabyte MA770-DS3, 770	way_lin	16.11.2009

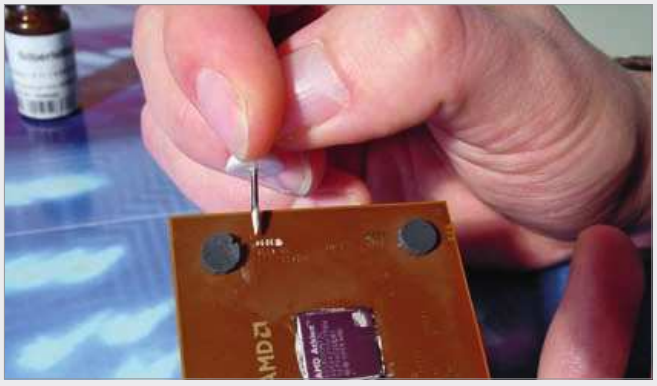
Jumper zur Konfiguration. Abit ermöglichte als erster Hersteller das Übertakten via BIOS-Menü, die Slot-1-Mainboards BX6 (2.0) und BH6 mit 440BX-Chipsatz erfreuten sich Ende der Neunzigerjahre großer Beliebtheit. Zu dieser Zeit verbauten Übertakter häufig den günstigen Celeron 300A, der mittels FSB-Anhebung von 66 auf 100 MHz von 300 auf 450 MHz übertaktet werden konnte. Der L2-Cache war zwar wesentlich kleiner als bei Pentium-II-Prozessoren, allerdings wurde er mit dem vollen Kerntakt angesprochen. Durch die 50-prozentige Übertaktung ließ sich somit auch der Flaschenhals L2-Cache deutlich weiten.

Etwa zur gleichen Zeit kamen die ersten Programme auf, mit denen unter Windows auf den Taktgeber zugegriffen und der FSB angehoben werden konnte. Da der PCI-Bus und die relativ neue AGP-Schnittstelle allerdings an den Systemtakt gekoppelt waren, wurden diese dabei ebenfalls übertaktet, wodurch die Stabilität beeinträchtigt werden konnte. Erst in den folgenden Jahren wurden diese Bus-Systeme entkoppelt, was die Flexibilität beim Übertakten stark erhöhte.

Das GHz-Rennen

Auf die Veröffentlichung der ersten CPU mit 1 GHz Kerntakt wurde nicht nur innerhalb der PC-Branche hingefiebert. Sogar in den TV-Nachrichten wurde darüber berichtet, als AMD im März 2000 mit wenigen Tagen Vorsprung vor Intel den Athlon 1000 präsentierte. Bereits rund ein Jahr davor präsentierten AMD und Intel aber bereits extrem gut gekühlte, auf 1 GHz übertaktete PCs mit möglicherweise handverlesenen Prozessoren. Spätestens seit diesem Zeitpunkt nehmen beide Hersteller Overclocking also nicht nur billigend in Kauf, sondern nutzen es zielgerichtet für Marketing-Zwecke. ▷

Athlon-XP-Ära: die Hochphase des CPU-Moddings



Mit dem 2001 erschienenen Athlon XP wurde CPU-Modding zu einem Thema, dem sich viele PC-Tuner nicht entziehen konnten. Sei es das Überbrücken von Kontakten mittels Bleistift, Silberleitlack, Leitgummi oder kleiner, um CPU-Pins gewickelter Drahtschlaufen – der Einfallsreichtum der Tuning-Gemeinde war bemerkenswert und erreichte eine bis heute unübertroffene Popularität. Die meisten dieser Modifikationen zielten darauf ab, den CPU-Multiplikator zu ändern beziehungsweise über den Standardwert anzuheben. Auf dem obigen Bild ist das Aufheben der Multiplikatorsperre bei einem Athlon XP 1800+ mit Palomino-Kern zu sehen, indem die sogenannten L1-Brücken mit Silberleitlack miteinander verbunden werden. Für ältere Athlon-CPUs in Slot-Bauweise waren sogenannte Goldfinger Devices beliebt (siehe nächste Seite).

Interview: Norman „Lippokratis" Lippke, Team-Captain des Hwbot-Teams von PC Games Hardware

PCGH: *Du bist bei Hwbot aktiv und einer der Team-Captains von PC Games Hardware. Hast du schon früher übertaktet oder hat dich vor allem Hwbot dazu angeregt?*

Lippokratis: Hauptsächlich übertakte ich wegen Hwbot. Ich bekam vor drei Jahren relativ früh einen Core 2 Duo E8400 und wusste, was für ein Übertaktungspotenzial in dem Chip steckt. Also wurde dieser gebencht und die Ergebnisse bei Hwbot hochgeladen. So kam ich zu den ersten Punkten und das Overclocking-Fieber hat mich gepackt. Aus studiumsbedingtem Geldmangel habe ich mich dann mehr mit alten CPUs beschäftigt.

PCGH: *Worin liegt der Reiz für dich, über zehn Jahre alte Prozessoren zu übertakten?*

Lippokratis: Der Reiz liegt darin zu schauen, welche Leistung man aus einer CPU von damals herausholen kann. Taktsteigerungen im hohen zweistelligen Prozentbereich sind möglich.

PCGH: *Ist es schwieriger, alte Hardware zu übertakten als aktuelle?*

Lippokratis: Nein, denn in den spartanischen BIOS-Menüs kann man nur wenig einstellen und auch die Kühlung stellt mit etwas Bastelarbeit kein Problem dar. Das Hauptaugenmerk bei älterer Hardware liegt beim Beschaffen der richtigen Komponenten. Aufgrund des Alters ist es schwierig, High-End-Hardware von damals zu bekommen. Besonders guter Arbeitsspeicher oder bestimmte Mainboards sind rar.

PCGH: *Welche ist deine Lieblingsplattform für CPU-Overclocking?*

Lippokratis: Ich bin ein Fan des Slot 1. Mein erster PC hatte einen Slot-1-Prozessor und die Bauform ist ungewöhnlich. Gute Kühler sind Mangelware und aufgrund der kurzen Herstellungsperiode gibt es nur wenige Top-Mainboards.

PCGH: *Welches OC-Ergebnis hat dich bisher besonders beeindruckt?*

Lippokratis: Ich finde vor allem die 8-GHz-Ergebnisse mit Netburst-Prozessoren bewundernswert.

PCGH: *Was wünschst du dir als Übertakter von AMD und Intel?*

Lippokratis: Von Intel würde ich mir einen Netburst-Celeron in 32 oder 22 nm wünschen, denn damit sollten die 10 GHz möglich sein. Von den AMD-Leuten wünsche ich mir, dass ihnen mal wieder etwas wie die K8-Architektur gelingt, damit Bewegung in die Overclocking-Szene kommt.

Ein Slot-1-System von Lippokratis

OC-Meilensteine

August 1998
Der Celeron 300A kommt auf den Markt und CPU-Overclocking gewinnt an Popularität.

Februar 1999
Auf dem IDF präsentiert Intel einen auf 1.002 MHz übertakteten Pentium III.

April 1999
AMD übertaktet ebenfalls: Eine K7-CPU läuft auf einer Aktionärsversammlung mit 1 GHz.

6. März 2000
Erst nach rund einem Jahr erscheint ein „echter" 1-GHz-Chip, der AMD Athlon 1000 in 180-nm-Fertigung.

Juni 2002
Der Athlon XP 1700+ erscheint, besonders das Stepping JIUHB ist bei Übertaktern begehrt.

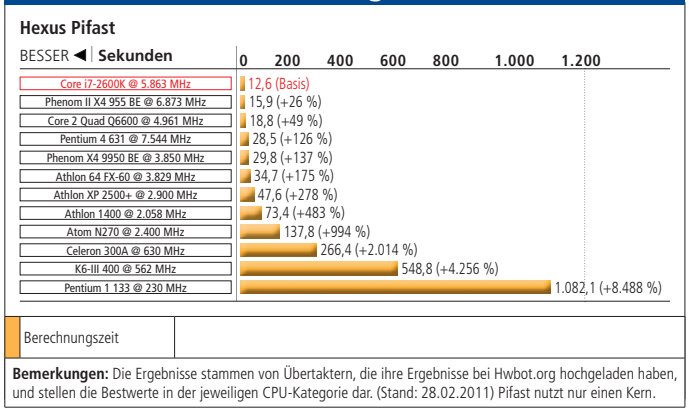
26.12.2005
„Crotale" übertaktet einen Mobile Celeron um über 200 % von 1.400 MHz auf 4.242,9 MHz.

30.06.2006
Mit einem Core 2 Extreme X6800 knackt „coolaler" die 10-Sekunden-Marke in Super Pi 1M.

22.01.2007
Die 8-GHz-Marke fällt, „ThuG OC Team Italy" übertaktet einen Pentium 4 631 auf 8.000,1 MHz.

Januar 2009
Der Phenom II erscheint und das Kühlmedium

OC-Benchmark: Die Leistung hat sich vervielfacht



Bemerkungen: Die Ergebnisse stammen von Übertaktern, die ihre Ergebnisse bei Hwbot.org hochgeladen haben, und stellen die Bestwerte in der jeweiligen CPU-Kategorie dar. (Stand: 28.02.2011) Pifast nutzt nur einen Kern.

Goldfinger-Device Freespeed Pro für Athlons: Der Multiplikator (v. l.: DIP-Schalter 1-8 und 13-16) und die Kernspannung (Schalter 9-12) lassen sich ändern.

Noch vor dem Launch der Phenom-II-Prozessoren am 8. Januar 2009 ließ AMD die CPUs von Extrem-Übertaktern ausreizen. Als bekannt wurde, dass sich die Prozessoren auf (weit) über 6 GHz übertakten lassen, war klar, dass der Hersteller etwas Grundlegendes am Herstellungsprozess verändert haben musste: Mit Phenom-I-Chips sind selbst 4 GHz eine Seltenheit, denn für die Prozessoren ist ein sehr hoher „Coldbug" charakteristisch, sie sind bei Minusgraden also unabhängig von den anliegenden Taktraten nur eingeschränkt funktionstüchtig. Der Phenom II hingegen ist selbst mit -196 °C kaltem Flüssigstickstoff noch nicht am Limit, weshalb AMD einen Schritt weiter ging: Unmittelbar nach der offiziellen Vorstellung und parallel zur CES ließ der Hersteller 500 Liter Flüssighelium nach Las Vegas bringen, wo Übertakter die zur Verfügung gestellten CPUs auf bis zu -245 °C herunterkühlten. Zur Orientierung: Bei rund -270 °C wird Helium flüssig, der absolute Nullpunkt liegt etwas unter -273 °C.

Keine Garantie

Von besonderen Marketing-Aktionen abgesehen, fahren AMD und Intel seit jeher die gleiche Linie: Wer übertaktet, verletzt die Garantiebedingungen des Herstellers. Die gesetzlich vorgeschriebene Gewährleistung ist damit normalerweise ebenfalls hinfällig. Beide Hersteller erschweren Übertaktern daher seit Jahren durch Multiplikatorsperren das leicht gemachte Leistungsplus. Auch das betrügerische Umlabeln beziehungsweise das Verschleiern der Modellbezeichnung vom Verkäufer wird auf diese Weise etwas erschwert. Beide Hersteller verzichten allerdings seit vielen Jahren auf eine Multiplikatorsperre bei den Topmodellen, um einen zusätzlichen Kaufanreiz zu schaffen.

Die erste K-CPU war der Pentium E6500K für den Sockel 775, der im Sommer 2008 exklusiv in China erschien. Die K-Modellreihe hat keine Multiplikatorsperre, der Aufpreis ist für Intel-Verhältnisse relativ gering. Mit der im Januar 2011 erschienenen Sandy-Bridge-Architektur sind Übertakter zwingend auf die Modelle i5-2500K oder i7-2600K angewiesen, wenn sie nennenswerte Taktsteigerungen erreichen möchten, da bei dieser Plattform Bestandteile wie SATA, USB oder auch PCI-E nicht vom Referenztakt entkoppelt sind und der Spielraum daher sehr begrenzt ist.

Stepping und Batches

Von wenigen Ausnahmen abgesehen sind auf dem Papier alle Prozessoren gleich, sofern sie die identischen Modellnummern tragen. Jeder Käufer kann sich darauf verlassen, dass sich CPUs mit einem bestimmten Namen hinsichtlich ihrer Merkmale wie der Anzahl der Kerne, dem Standardtakt, der Cache-Größe und der Geschwindigkeit nicht unterscheiden. Für einen Übertakter ist das aber nur die halbe Wahrheit: Die Hersteller testen zwar, ob der Prozessor den garantierten Takt bewältigt, eine

Interview: Karl-Christian „Turrican" Guggi, Hwbot Hardware King (Team OCX)

PCGH: *Du bist bei Hwbot seit langer Zeit „Hardware King". Was steckt hinter diesem Titel und was bedeutet er für dich?*

Turrican: Diese Auszeichnung sagt aus, dass man bereits sehr viel unterschiedliche Hardware übertaktet hat und damit umzugehen weiß. Ich bin stolz, diese Auszeichnung zu tragen und viele Erfahrungen mit verschiedenen Plattformen gesammelt zu haben.

PCGH: *Erfordert ältere Hardware beim Übertakten mehr Aufwand als aktuelle?*

Turrican: Teilweise ja. Häufig sind Spannungsmodifikationen am Mainboard erforderlich, damit der Prozessor die gewünschte Spannung erhält.

PCGH: *Wie viele CPUs hast du bisher durch Overclocking zerstört?*

Turrican: Etwa zehn Stück, die meisten waren Sockel-A/370-CPUs.

PCGH: *Welches OC-Ergebnis hat dich am stärksten beeindruckt?*

Turrican: Die Übertaktung meines Celeron 566 um 173 Prozent auf 1.548 MHz. (Anm. der Red.: Das Ergebnis ist unter Bonuscode 27FL verlinkt.)

PCGH: *Welche Begebenheit in der Geschichte des CPU-Overclockings beeindruckt dich rückblickend am meisten?*

Turrican: Der Durchbruch der 1-GHz-Schallmauer mit dem AMD Athlon.

PCGH: *Wie wird sich CPU-Overclocking in den nächsten Jahren verändern?*

Turrican: Ich denke, dass es einfacher wird, da die Mainboards immer mehr Profile, Optionen und Hilfen im BIOS-Menü bieten.

Karl-Christian „Turrican" Guggi

Flüssighelium wird für PR-Overclocking verwendet.

Juni 2009
AMD veröffentlicht den Phenom II 42 TWKR BE, eine selektierte CPU für Extremübertakter.

01.12.2009
„TaPaKaH" toppt das Ergebnis von „Crotale" und erreicht mit einer baugleichen CPU 4.292,58 MHz.

07.02.2010
„Gyrock" durchbricht mit einer AMD-CPU die 10-Sekunden-Marke in Super Pi 1M.

23.09.2010
„Duck" übertaktet einen Celeron D 360 auf 8.242,45 MHz – der aktuelle CPU-Z-Weltrekord.

Garantie für gute OC-Eigenschaften geben sie allerdings nicht.

Bereits geringe Produktionsschwankungen können das OC-Potenzial eines Prozessors deutlich beeinflussen. Die Fabrik, in der der Prozessor hergestellt wird, die Produktionswoche oder die Position auf dem Wafer – es gibt viele Faktoren, die sich auf die Taktfreudigkeit auswirken. Wenn ein Übertakter nicht die Katze im Sack kaufen möchte, ist er daher auf Erfahrungswerte anderer angewiesen. Dank des einfachen Informationsaustausches im Internet wissen Übertakter häufig schon wenige Wochen nach der Produktvorstellung, welche Steppings und welche Batchnummer besonders vielversprechend sind, und zahlen bisweilen sogar deutliche Aufpreise, um einen Prozessor zu erhalten, auf dessen Oberseite die gewünschten Zahlen- und Buchstabenkombinationen zu sehen sind. *(sw)*

Fazit

CPU-Overclocking
Von einer Methode, um günstig mehr Leistung zu erhalten, hat sich Übertakten mittlerweile zu einem Hobby für viele PC-Tuner und ein Marketing-Instrument für die Hersteller weiterentwickelt. „Overclocking" kann bedeuten, aus finanziellen Gründen den altersschwachen Rechenknecht ans Limit zu treiben oder mit beliebigem Aufwand auf Rekordjagd zu gehen.

Welche Hardware ist bei Übertaktern beliebt?

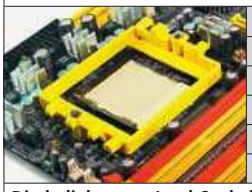
Die beliebtesten AMD-CPUs bei Hwbot (Stand: 25.02.2011)

Modell	Ergebnisse
Athlon 64 3000+ (Sockel 939, Venice)	1.942
Athlon 64 3700+ (San Diego)	1.694
Athlon 64 X2 3800+ (Manchester)	1.351
Athlon 64 3000+ (Sockel 754, Newcastle)	1.342
Athlon 64 X2 6000+	1.289

Die beliebtesten Intel-CPUs bei Hwbot (Stand: 25.02.2011)

Modell	Ergebnisse
Core i7-920	32.360
Core 2 Quad Q6600	21.986
Core 2 Duo E8600	19.795
Core i7-980X	18.797
Core 2 Duo E6600	18.140

Die beliebtesten AMD-Sockel bei Hwbot (Stand: 25.02.2011)



Modell	Ergebnisse
Sockel 939	23.128
Sockel A	20.724
Sockel AM3	18.302
Sockel AM2	17.960
Sockel AM2+	16.791

Die beliebtesten Intel-Sockel bei Hwbot (Stand: 25.02.2011)

Modell	Ergebnisse
Sockel 775	214.016
Sockel 1366	85.327
Sockel 1156	20.957
Sockel 478	20.115
Sockel 479	14.726

Interview: Pieter-Jan „Massman" Plaisier, Hwbot-Administrator (Madshrimps Belgium OC Team)

PCGH: *Was ist Hwbot und wie sieht deine Arbeit dort aus?*

Massman: Hwbot ist eine von der Community angetriebene Website, bei der sich alles ums Übertakten dreht. Dort werden Hardware-Spezifikationen und Benchmark-Ergebnisse zusammengetragen und man kann in verschiedenen Rankings gegeneinander antreten. Ich bin momentan der einzige Vollzeitangestellte bei Hwbot und erledige praktisch alles, was nicht mit der Programmierung der Website und (finanziellen) Verwaltungsaufgaben zu tun hat. Bei Events wie der Gigabyte Open Overclocking Championship oder der MSI Master Overclocking Arena versuche ich zudem, den Marketingleuten Ideen zu geben, wie sie ihre OC-Wettbewerbe verbessern können.

PCGH: *Kürzlich hast du ein Projekt namens Hwbot History Channel ins Leben gerufen. Welchen Zweck erfüllt es und wie kann man es unterstützen?*

Massman: Lange bevor es Hwbot gab, wurden PCs übertaktet. Die japanische Community genießt beispielsweise seit langer Zeit aufgrund von Eigenbaulösungen und Hardware-Tweaking ein hohes Ansehen. Die Idee des History Channels ist es, eine zentrale Sammelstelle für wichtige Rekorde zu haben. Auf diese Weise lässt es sich besser nachvollziehen, wie sich Overclocking bis heute entwickelt hat. Momentan sind wir noch in der Entwurfsphase und überlegen, wie die Daten gespeichert werden sollen, welche Informationen berücksichtigt werden müssen und so weiter. Derzeit halten wir Ausschau nach engagierten Übertaktern, die eine Idee haben, wie man das am effizientesten umsetzen kann. Meldet euch einfach im Forum – jede Hilfe ist willkommen.

PCGH: *Wann hat sich CPU-Overclocking für manche zu einem Hobby entwickelt, bei dem es um den Wettbewerb miteinander geht und extreme Kühlmethoden eingesetzt werden, und wer waren die Pioniere?*

Massman: Wie bereits erwähnt, ist die japanische Community seit vielen Jahren aktiv. Soweit ich mich erinnere, hat sie bereits zur Pentium-II-Ära Wettkämpfe im Benchmark Super Pi 32M ausgetragen. Die Japaner haben auch früh Flüssigstickstoff zum Übertakten verwendet. Was Europa betrifft, darf man den finnischen Übertakter Sampsa nicht vergessen, der ebenfalls Flüssigstickstoff und Trockeneis benutzt hat, um mit den Japanern um 3D-Mark-Rekorde zu wetteifern.

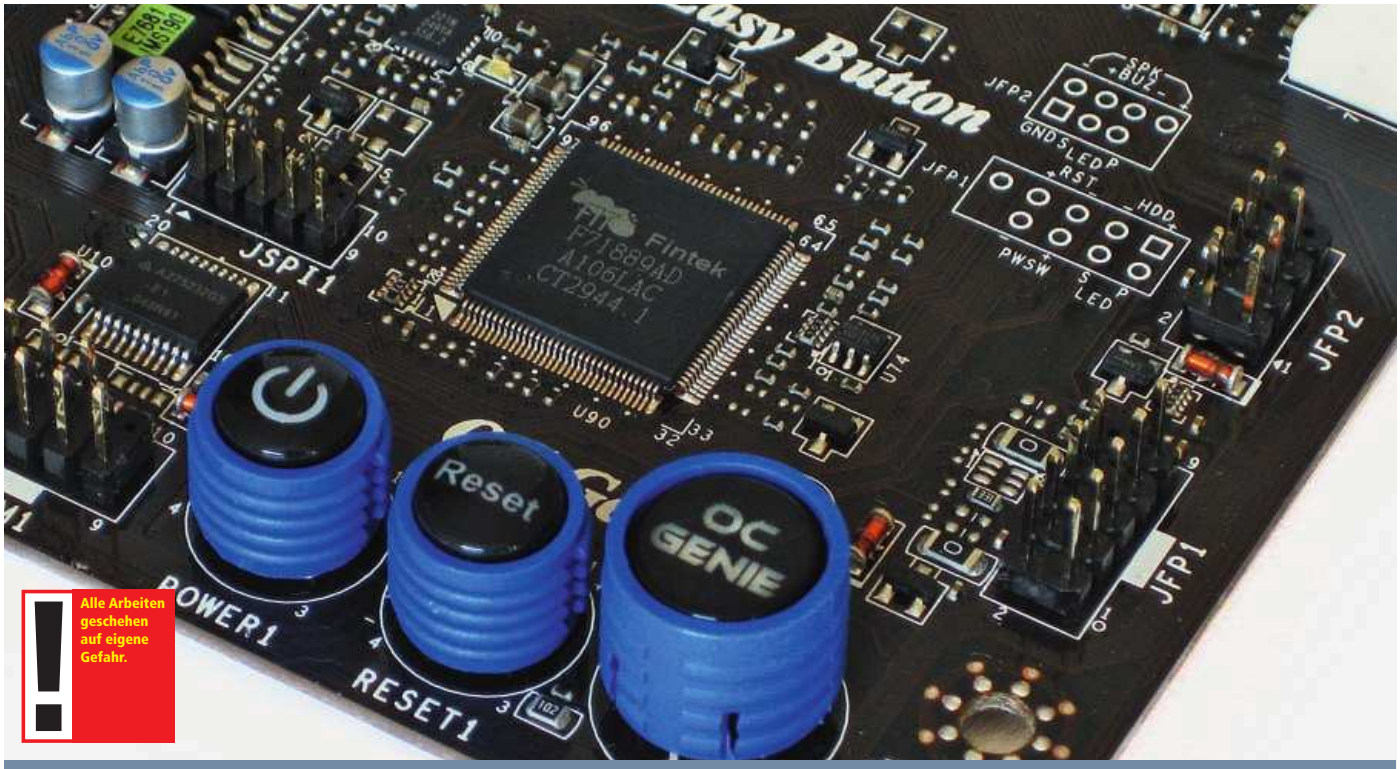
PCGH: *Welches CPU-Overclocking-Ergebnis ist deiner Meinung nach das beeindruckendste?*

Massman: Die 200-prozentige Übertaktung von Crotale. Jedes Mal, wenn ich das Video dazu sehe, bekomme ich Gänsehaut und grinse von einem Ohr zum anderen. Das war so aufwendig; zum Beispiel mussten der richtige Prozessor und das richtige Mainboard gefunden werden und es waren viele Modifikationen erforderlich. Ich denke, dass viele viel früher aufgegeben hätten als Crotale. (Anm. der Red.: Das Video ist unter Bonuscode 27FL verlinkt.)

Pieter-Jan „Massman" Plaisier

PCGH: *Hast du als Hwbot-Angestellter und Übertakter eine Nachricht an die CPU-Hersteller?*

Massman: Bitte stellt eine Software zur Verfügung, mit der sich die individuelle Seriennummer einer CPU auslesen lässt. Am besten wäre es natürlich, wenn ihr dabei mit Hwbot zusammenarbeitet und die Übertakter bei Ergebnissen zu den ausgelesenen Daten verlinken könnten, sodass wir den Zusammenhang zwischen dem Produktionsdatum und dem OC-Potenzial des Prozessors besser verstehen.



Alle Arbeiten geschehen auf eigene Gefahr.

Tipps von Profis für Ihr BIOS oder UEFI

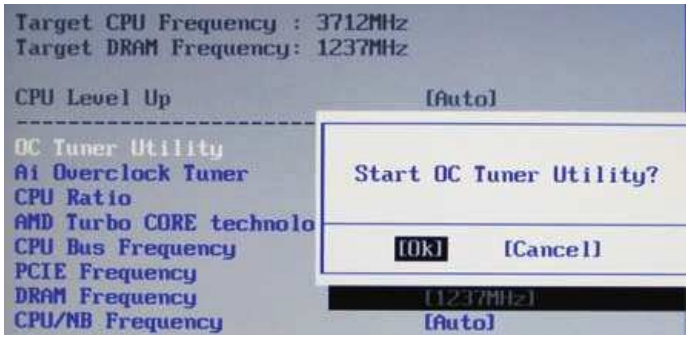
Profitipps für BIOS/UEFI

Noch mehr Leistung, gesenkte Temperaturen, leiseres Lüftersummen und mehr Komfort – wenn Sie unsere Profitipps berücksichtigen, holen Sie alles aus BIOS und UEFI heraus.

Das BIOS: (praktisch) unendliche Options-Weiten – doch mit welchen Einstellungen lässt sich die Leistung des PCs wirklich steigern? Im folgenden Artikel zeigen wir Ihnen die wichtigsten Funktionen, mit denen Sie Leistung, Temperatur oder Lautheit Ihres PCs optimieren. So werden auch Sie zum BIOS-Profi.

Auto-OC-Funktionen

Neben der Möglichkeit, jede Einstellung manuell zu setzen, verfügen viele Mainboards über eine automatische Overclocking-Funktion. Diese ist besonders für unerfahrene Anwender nützlich, die noch keine OC-Erfahrungen gesammelt haben. Mit der automatischen Overclocking-Funktion lässt sich der Prozessor ohne Vorwissen übertakten, da alle wichtigen Einstellungen vom BIOS automatisch gesetzt werden. Abhängig von der verwendeten Plattform hinterlegen die Hersteller im BIOS diverse Profile, die mit jeder CPU möglich sein sollten. In unserem Praxistest wurde der Intel Core i5-2500K auf einem MSI P67A-GD65 dank der Funktion „OC Genie II“ automatisch auf 4.200 MHz übertaktet. Hierzu hob die Auto-OC-Technik lediglich Multiplikator und Spannung an. In einem zweiten Praxistest haben wir die automatische Übertaktungsfunktion des Crosshair IV Formula von Asus mit einem AMD Phenom II X6 1090T geprüft. Dieser wurde von den standardmäßigen 3.200 MHz auf 3.724 MHz übertaktet. Statt des Multiplikators steigerte das System hier den Referenztakt.



Das Programm OC Tuner Utility von Asus übertaktet den Prozessor automatisch, indem der Referenztakt angehoben wird.

Selbst günstige Boards von MSI verfügen über mehrere OC-Profile.

Allerdings haben automatische Overclocking-Funktionen in der Praxis einen großen Nachteil: Viele Spannungen werden einfach viel zu hoch eingestellt. Dies schadet nicht nur den Bauteilen, sondern treibt auch Stromverbrauch und Temperaturen in die Höhe. Es empfiehlt sich daher, die Spannungen anschließend herabzusetzen und jeweils auf Stabilität zu testen – etwa mit dem Tool Prime 95. Er-

fahrene Übertakter können die automatischen OC-Funktionen natürlich getrost ignorieren und alle Einstellungen manuell tätigen.

One-Touch-Overclocking

Neben der Möglichkeit, das System automatisch über eine BIOS-Funktion zu übertakten, spendieren einige Hersteller ihren Boards eine sogenannte „One-Touch-Overclocking"-Funktion.

Hierzu sitzt ein Schalter auf dem Mainboard, der die gleiche Funktion wie die im BIOS integrierte OC-Funktion bietet. Damit der Auto-Übertaktungsmodus aktiviert wird, muss der Taster vor dem Anschalten betätigt werden. Beim nächsten Systemstart werden dann die OC-Einstellungen automatisch getätigt. Meistens gibt es eine One-Touch-Funktion aber nur bei teuren Platinen, die eher von Enthusiasten gekauft werden. Im Test fiel uns auf, dass auch hier teilweise höhere Spannungen als nötig eingestellt wurden.

OC-Profile

Gerade wenn Sie viele Einstellungen bei Ihrem PC ausprobieren, sind OC-Profile besonders sinnvoll. Mit verschiedenen Profilen lassen sich individuelle Einstellungen zusammenfassen und je nach Verwendungszweck laden.

So ist es beispielsweise ratsam, ein Profil anzulegen, in dem Sie Ihr System stark übertakten, und ein weiteres Profil, das eher auf Energiesparen ausgelegt ist. Durch die gespeicherten Profile haben Sie die Möglichkeit, die im Vorfeld gesicherten Einstellungen schnell wieder zu laden; das Ändern jeder einzelnen Einstellung entfällt.

Die Anzahl der speicherbaren Profile ist vom Mainboard abhängig. Selbst aktuelle Einsteiger-Platinen verfügen meist über ausreichend viele Profile. Im Falle unseres P67A-C45 von MSI standen sechs Speicher-Slots zur Verfügung.

Core-Unlocking

Für Besitzer von AMD-Systemen gibt es noch ein weiteres nützliches Feature, das zur Leistungssteigerung genutzt werden kann. Neben vielfältigen OC-Optionen integrieren viele Board-Hersteller auch Funktionen in ihr BIOS, mit denen sich abgeschaltete Prozessorkerne reaktivieren lassen.

Das funktioniert natürlich nur bei CPUs, die über einen „schlafenden" Kern verfügen – beispielsweise den Phenom II X3 720 BE. Zudem ist nicht garantiert, dass sich bei jedem Prozessor deaktivierte Kerne wieder zum Leben erwecken lassen. Vielmehr entscheiden hier Glück oder Pech darüber, ob der deaktivierte Kern bei Ihrem Prozessor vollständig intakt ist. Im Grunde ist die Technik, die hinter der „Freischaltung" steckt, immer die gleiche. Allerdings geben die diversen Mainboard-Hersteller der Funktion gern ausgefallene und spezielle Namen, um sich so von den Mitbewerbern abzuheben. Heutzutage bieten selbst günstige Einsteiger-Platinen dieses Feature.

Abhängig davon, was für ein Mainboard Sie nutzen, finden Sie das Freischalt-Feature meist bei den OC-Einstellungen. Bei Asrock heißt diese Funktion „Turbo UCC", Gigabyte nennt sie „Auto Unlock" und bei MSI-Mainboards finden Sie sie unter dem Punkt „Unlock CPU Core".

Beta-BIOS

Gerade bei der Markteinführung neuer Mainboards kommt es manchmal vor, dass diese noch unter vielen Kinderkrankheiten leiden. Ein gutes Beispiel dafür ist, dass eingestellte Speicher-Latenzzeiten nicht richtig übernommen oder ausgelesen werden. Abhilfe kann hier ein Beta-BIOS schaffen. Viele Hersteller bieten in ihren Foren den Käufern die Möglichkeit, aktuelle Beta-Versionen herunterzuladen und diese zu testen. Allerdings geschieht dies auf eigene Gefahr. Nicht immer ist garantiert, dass bestehende Probleme durch das nächste BIOS-Update behoben werden. Zum Teil treten dann sogar neue Probleme auf.

Einige Hersteller wie Asrock, Gigabyte oder MSI bieten den Anwendern sogar die Möglichkeit, sich in ihrem Forum über die verschiedenen Beta-Versionen auszutauschen und gemeinsam Lösungen für Probleme zu finden. Asus bietet Anwendern die Option, aktuelle BIOS-Versionen direkt von dessen FTP-Server herunterzuladen. Alle entsprechenden Webseiten finden Sie mit unserem Bonuscode 27GS.

Altes BIOS sichern

Neben der Möglichkeit, das Mainboard mit einem neuen BIOS ▷

MSI: Top 10 der Hotline-Fragen über UEFI/BIOS

Wo und wie stelle ich meinen Speicher im UEFI richtig ein?

MSI: Die Einstellungen für den Arbeitsspeicher finden Sie im UEFI unter „Overclocking (OC)". Hier sollten Sie die „DRAM Frequency", die jeweiligen Timings und die „DRAM Voltage" manuell einstellen.

Kann ich mit einem UEFI auf einer Festplatte, die mehr als 2,2 Terabyte Kapazität hat, mein Betriebssystem installieren? Wenn ja, wie geht das?

MSI: Mit dem UEFI ist es erstmals möglich, den MBR, also eine Windows-Installation, auf eine Festplatte zu schreiben, die mehr als 2,2 Terabyte hat. Hierzu müssen Sie im UEFI unter „Settings" – „Boot" bei „UEFI Boot Drive BBS Priorities" das Laufwerk auswählen, in dem die Windows-DVD eingelegt ist, und dieses als „1st. Boot" auswählen. Danach starten Sie den Rechner neu und können Windows installieren. Nach der Installation wird ein „Windows-Bootmanager" als erstes Laufwerk eingetragen. Dieser muss immer als „1st. Boot"-Gerät verwendet werden.

Wie kann ich beim neuen BIOS ein Update machen?

MSI: Im UEFI stehen zwei Optionen für ein Update zur Verfügung: Sie können ein Update über das im UEFI integrierte Tool „M-Flash" updaten (dazu wird ein USB-Stick mit der neuesten UEFI-Version als Datei benötigt) oder über Live Update im UEFI (hier brauchen Sie eine Internetverbindung und die Treiber-CD).

Mein CPU-Lüfter läuft permanent mit voller Umdrehungsgeschwindigkeit und ist dabei störend laut. Kann dies im BIOS behoben werden?

MSI: Ja, im BIOS finden Sie unter „Settings" – „H/W Monitor" die Option „CPU Smart FAN Target". Damit können Sie den Lüfter in Abhängigkeit zur CPU-Temperatur steuern lassen.

Kann ich mein BIOS Individuell gestalten?

MSI: Sie haben im UEFI die Möglichkeit, das Startbild zu

Thomas Stolze, Field App. Engineer, MSI

ändern. Das heißt: Sie können statt des MSI-Bilds ein eigenes Bild definieren. Dazu wählen Sie unter „Utility" – „Boot Screen" – ein anderes Bild aus.

Gibt es auch eine deutsche UEFI-Version?

MSI: Ja, Sie können das komplette UEFI auf Deutsch umstellen. Dazu klicken Sie im Hauptmenü auf „Language" und wählen dort „Deutsch" aus.

Muss ich im BIOS etwas einstellen?

MSI: Nein, im BIOS müssen Sie nicht zwangsläufig Einstellungen vornehmen. Hier können erfahrene Nutzer Werte verändern, um eventuell auftretende Fehler zu beseitigen.

Kann ich im neuen UEFI zur klassischen BIOS-Ansicht wechseln?

MSI: Dies ist aktuell noch nicht möglich. Wir planen aber, einen Text-Modus im UEFI zur Verfügung zu stellen. Das heißt: eine ähnliche Ansicht wie beim alten BIOS (Legacy BIOS).

Kann ich auf mein altes Mainboard ein UEFI aufspielen?

MSI: Nein, dies ist leider technisch nicht möglich. UEFI steht derzeit nur für die neuen P67-/H67-Boards zur Verfügung.

Kann ich auf meinem neuen P67-Mainboard auch wieder das alte BIOS installieren?

MSI: Nein, das funktioniert grundsätzlich nicht. Das UEFI und das alte BIOS unterscheiden sich grundlegend und sind nicht kompatibel.

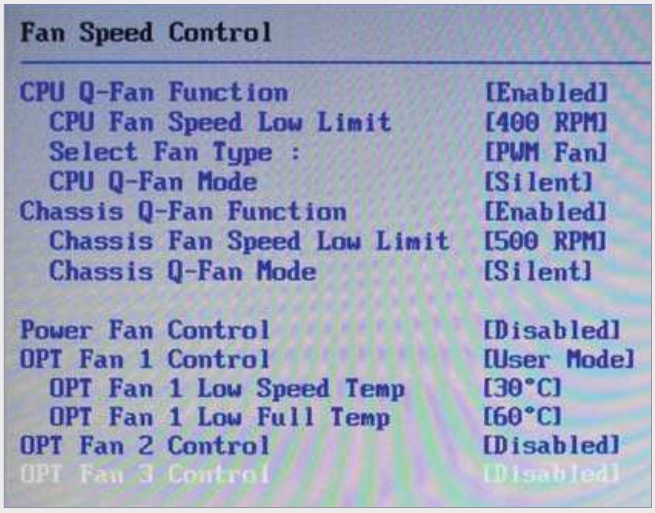
Automatische OC-Funktionen

Viele Mainboards verfügen über eine automatische Overclocking-Funktion, die es Anwendern ermöglicht, den Prozessor ohne OC-Kenntnisse zu übertakten. Abhängig von der Plattform, die Sie verwenden, übertaktet die Auto-OC-Funktion die CPU entweder über den Referenztakt oder über den Multiplikator.

In unserem Praxistest wurde ein AMD Phenom II X6 1090T auf dem Asus Crosshair IV Formula automatisch von 3.200 MHz auf 3.724 MHz übertaktet. Der Multiplikator blieb dabei unangetastet. Lediglich der Referenztakt wurde von 200 auf 232 MHz angehoben. Für die automatische Übertaktung wählen Sie im BIOS einfach den Punkt „OC Tune Utility". Nach dem darauffolgenden Neustart wurde der Referenztakt automatisch angehoben.

Allerdings sollten solch integrierte Funktionen mit Vorsicht genutzt werden. Nicht immer agieren diese automatischen Techniken, wie man es sich wünscht. Das größte Manko jener Features ist, dass die Spannung für den Prozessor meist viel zu hoch eingestellt wird. Bei den meisten CPUs reicht für die entsprechende Taktrate eine deutlich niedrigere Spannung. Halten Sie sich daher an unsere OC-Empfehlungen ab Premium-Seite 18.

Lüftersteuerung anpassen



Eine der besten BIOS-Lüftersteuerungen bietet das Crosshair IV Formula von Asus. Durch die Vielzahl von Einstellmöglichkeiten ist es sehr einfach, die Lüfter auf die bevorzugten Geschwindigkeiten anzupassen.

Der Lüfter des CPU-Kühlers lässt sich wahlweise mit einer fixen oder automatischen Drehzahl betreiben. Bei der fixen Drehzahl wird die Geschwindigkeit durch Angabe eines Modus (Turbo = 100 Prozent, Standard = 75 Prozent und Silent = 50 Prozent) angegeben. Zudem können Sie den Lüfter manuell noch feiner konfigurieren. Hierzu müssen Sie lediglich eine Unter- und eine Obergrenze der Drehzahl (in Prozent) sowie eine maximale Temperatur angeben, die nicht überschritten werden darf.

Mit den angegebenen Parametern kann das BIOS den Lüfter des Prozessorkühlers optimal temperaturabhängig steuern. Für weitere Lüfter stehen ähnliche Funktionen zur Verfügung – allerdings in abgespeckter Form. Hier können Sie lediglich die Drehzahl in Prozent oder eine minimale und maximale Temperaturgrenze angeben, die eingehalten werden soll. Je nach der gemessenen Temperatur steuert das BIOS dann die Drehzahl des Lüfter und gleicht so beispielsweise einen Temperaturanstieg aus.

zu flashen, bieten einige Hersteller (etwa Asus, Gigabyte, Asrock und MSI) auch eine Funktion, um das aktuelle BIOS auf einen USB-Stick zu sichern.

Obwohl der Sinn einer solchen Funktion auf den ersten Blick eher fragwürdig erscheint, kann sie in der Praxis von Vorteil sein. Gerade wenn Sie auf der Suche nach dem idealen und stabilen BIOS für Ihr System sind, lässt sich so das BIOS sichern, das beispielsweise im Auslieferungszustand aufgespielt wurde. Nicht immer bieten Hersteller alle BIOS-Versionen im Internet zum Download an.

BIOS-Einstellungen austauschen

Wenn Probleme auftauchen, ist es teilweise zeitaufwendig und nervenaufreibend, alle BIOS-Einstellungen genau abzuschreiben, um sie beispielsweise in unserem Forum zu posten und andere Foren-Nutzer um Hilfe zu bitten. Dies haben mittlerweile auch die Hersteller erkannt. Bei Boards mit gewöhnlichem BIOS war es noch problematisch, eine Lösung zu realisieren. Doch mit neuen UEFI-Platinen ist das nun möglich.

Asus hat sich als einer der ersten Hersteller des Problems angenommen und bietet bei fast allen aktuellen Mainboards der P8P67-Reihe die Möglichkeit, einen Screenshot des UEFIs auf einen USB-Stick zu speichern. Hierfür brauchen Sie eine aktuelle UEFI-Version und einen USB-Stick. Dieser muss vor dem Startvorgang eingesteckt werden. Sobald Sie das UEFI-Menü aufgerufen haben, können Sie mit einem Tastendruck (F12) einen Screenshot der aktuellen Ansicht auf den USB-Stick sichern.

Weitere Optionen

Neben dem eigentlichen CPU-Multiplikator stehen im BIOS viele weitere Einstellmöglichkeiten zur Verfügung. Zu diesen gehören beispielsweise der Speicherteiler oder die Multiplikatoren für den HT-Link und die CPU-Northbridge. Abhängig von der Plattform, die Sie nutzen, haben Sie die Möglichkeit, unabhängig vom CPU-Takt den RAM-Takt zu steigern. Hierzu muss lediglich der Speicherteiler angehoben werden. Je nach CPU und Board stehen Ihnen unterschiedliche Speicherteiler von DDR3-800 bis zu DDR3-2400 zur Verfügung. Allerdings sollten Sie bedenken, dass entsprechender Speicher vorausgesetzt wird, der mit dieser Taktrate auch betrieben werden kann.

Neben dem Speicherteiler lässt sich bei AMD-Systemen der Teiler für die Northbridge und den HT-Link verändern. Standardmäßig sind beide Multiplikatoren auf „Auto" gesetzt. „Auto" heißt in diesem Fall abhängig von der CPU entweder 9 oder 10. Mit dem Referenztakt 200 MHz ergibt sich so eine Northbridge-Taktrate von 2.000 beziehungsweise 2.200 MHz.

Bei aktuellen Intel-Systemen (Sockel 1366) spielt der Multiplikator für den Uncore-Bereich eine wichtige Rolle. Da der Uncore-Bereich bei Bloomfield-CPUs immer doppelt so hoch getaktet ist wie der Speicher, kann es bei einigen Prozessoren zu Problemen kommen. Nicht jede CPU verkraftet einen zu hohen Uncore-/Speicher-Takt.

Natürlich ist es ein netter Bonus, mehrere Komponenten des Systems zu übertakten, allerdings ist dies nur wirklich sinnvoll, wenn Sie auch den eigentlichen Prozessortakt steigern. Das Anheben des Speichertakts bringt in der Praxis nämlich einen eher geringen Vorteil. Erst mit gesteigertem CPU-Kerntakt macht sich meist auch schnelles RAM bemerkbar.

Lüftersteuerung optimieren

Neben den vielen Möglichkeiten zur Steigerung der Leistung bieten BIOS und UEFI weitere nützliche Funktionen an. Bis vor einigen Jahren war Lüftersteuerung für viele Mainboard-Herstellern noch ein Fremdwort. Mittlerweile bieten aber die meisten Platinen eine automatische Lüftersteuerung im BIOS.

Je nach Hersteller lassen sich so im Idealfall sogar mehrere Lüfter steuern. In den meisten Fällen gibt es aber nur die Möglichkeit, dass Sie entweder die Drehzahl (in Prozent) oder einen Temperaturbereich angeben, den die CPU erreichen darf. Bei fixer Drehzahl läuft der Lüfter kontinuierlich mit der angegebenen Geschwindigkeit. Geben Sie jedoch einen Temperaturbereich an, steuert das Mainboard die Lüfter automatisch je nach Board in groben oder feinen Stufen, sodass die maximale Temperatur nicht überschritten wird. *(jr)*

BLOODGAME

Tauche ein in die düstere Welt der Vampire und Werwölfe!

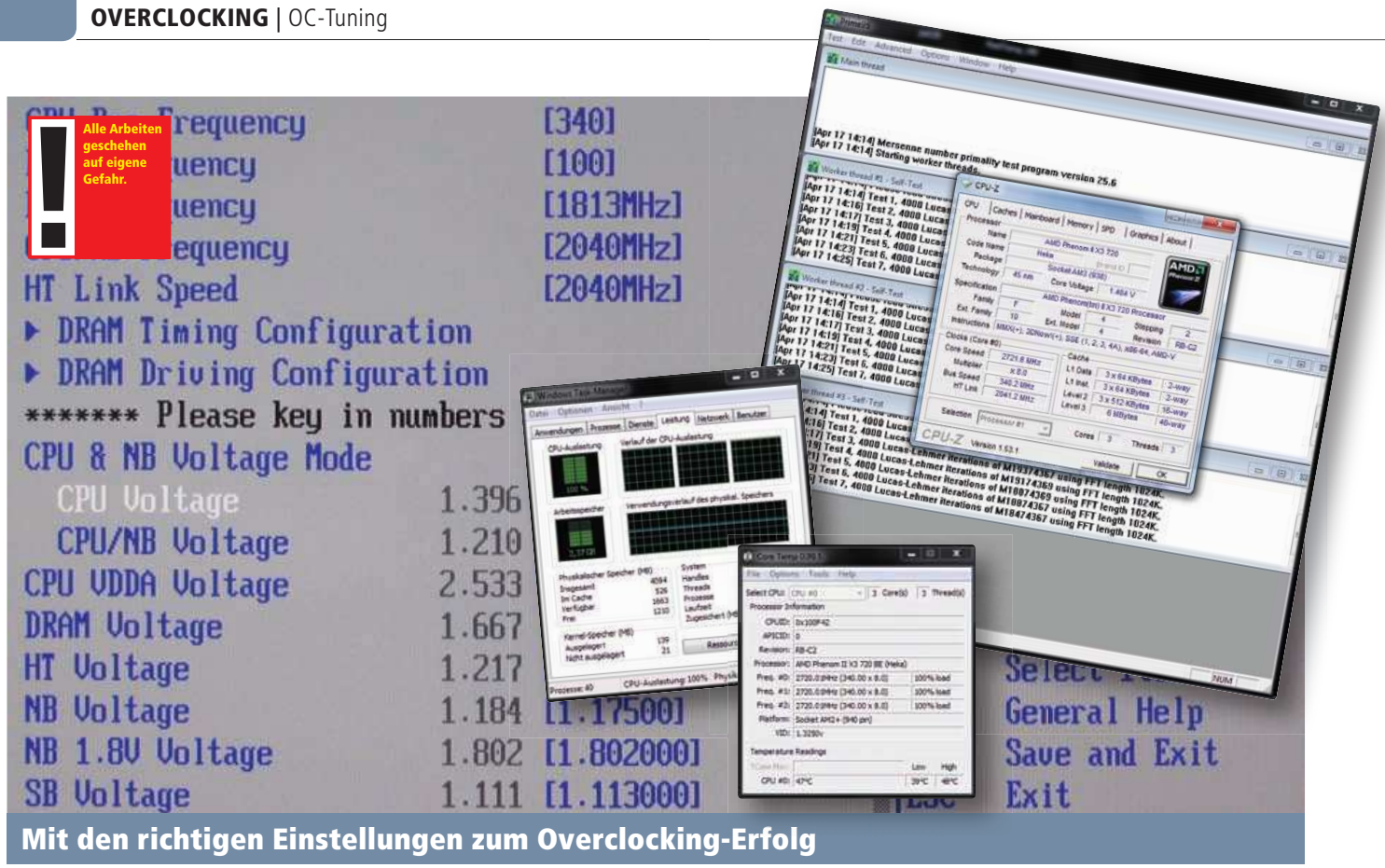
- Kämpfe auf Seiten der **Vampire**, **Werwölfe** oder **Hunter** und verbünde Dich mit Gleichgesinnten!
- Wähle aus einer riesigen Anzahl deinen persönlichen Avatar!
- Eine schier endlose Anzahl von Quests warten auf Dich!

Das neue Game der Shakes & Fidget-Macher!

Open Beta – Jetzt online!

www.bloodgame.de

© 2010 Playa Games GmbH



Mit den richtigen Einstellungen zum Overclocking-Erfolg

Tuning leicht gemacht

Mehr CPU-Leistung erhalten Sie dank Overclocking. Wir zeigen Ihnen, welche BIOS-/UEFI-Einstellungen geeignet sind, um beachtliche Leistungssteigerungen zu erreichen.

Je nach Plattform und Mainboard-Hersteller gibt es andere Optionen, die beim Übertakten entscheidend sind. Auf den folgenden Seiten stellen wir OC-Konfigurationen vor, die auf populärer Hardware basieren und einfach nachgestellt werden können.

Die PCGH-Profile

Falls Sie die gleiche Kombination aus Mainboard und CPU einsetzen, die wir als Beispielkonfiguration verwendet haben, müssen Sie die Einstellungen nicht manuell vornehmen, sondern können das Profil von der beigelegten BIOS/UEFI-Tool-CD laden. Unter Umständen funktioniert dies auch, wenn Sie einen anderen Prozessor mit ähnlichen Overclocking-Eigenschaften verwenden. In jedem Fall geschehen diese Änderungen aber auf eigene Gefahr, eine Overclocking-Garantie für den Betrieb außerhalb der Spezifikation können wir nämlich genauso wenig geben wie die Hardware-Hersteller. Führen Sie daher am besten vor dem Übertakten eine Sicherung Ihrer Daten durch und planen Sie ausreichend Zeit für einen Stabilitätscheck ein. Empfehlenswert hierfür ist zum Beispiel das Programm Prime 95, das CPU, RAM(-Controller) und den Chipsatz gleichermaßen auslastet.

Keine Top-Hardware nötig

Die Konfigurationsempfehlungen haben wir so gewählt, dass keine besonders gute Hardware wie beispielsweise High-End-RAM erforderlich ist und auch mit einem Prozessor mit durchschnittlichen OC-Eigenschaften ein stabiler Betrieb gewährleistet ist. Sie benötigen zwar einen guten Kühler und kein von AMD oder Intel mitgeliefertes Boxed-Modell, aber auch nicht zwangsläufig einen ausladenden CPU-Kühler mit schnell drehenden Lüftern. Bereits der Preis-Leistung-Tipp Scythe Mugen 2 reicht beispielsweise aus.

Da alle Overclocking-Einstellungen auf den folgenden Seiten aber auch die Leistungsaufnahme und die Abwärme weiterer Systembestandteile wie Chipsatz, RAM und Spannungswandler erhöhen, sollten Sie prüfen, ob die Gehäuselüftung und das Netzteil ausreichend dimensioniert sind, bevor Sie sich ans Übertakten wagen.

Einstellungssache

Falls Sie andere Hardware benutzen, können Sie zwar die PCGH-Profile nicht verwenden, aber die Konfigurationsempfehlungen auf das eigene System übertragen. Doch Vorsicht: Häufig begehen Übertakter ohne viel Erfahrung den Fehler und verstellen Dutzende BIOS-Optionen auf einmal, sodass nach einem fehlgeschlagenen Bootvorgang nicht klar ist, was das Problem verursacht.

Besser ist es, schrittweise vorzugehen und zum Beispiel zuerst die gewünschten Spannungen anzuheben, die Einstellungen zu speichern und erst nach einem Neustart die Multiplikatoren zu justieren. Stabile Einstellungen sollten Sie sichern, sodass bei einem Fehlversuch auf der Jagd nach noch höheren Taktraten eine funktionstüchtige Grundeinstellung geladen werden kann und nicht alle OC-Einstellungen erneut vorgenommen werden müssen. So lässt sich jeder Spiele-PC optimal ausreizen. *(sw/dm)*

Profile unter

www Bonuscode **27GF**

Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

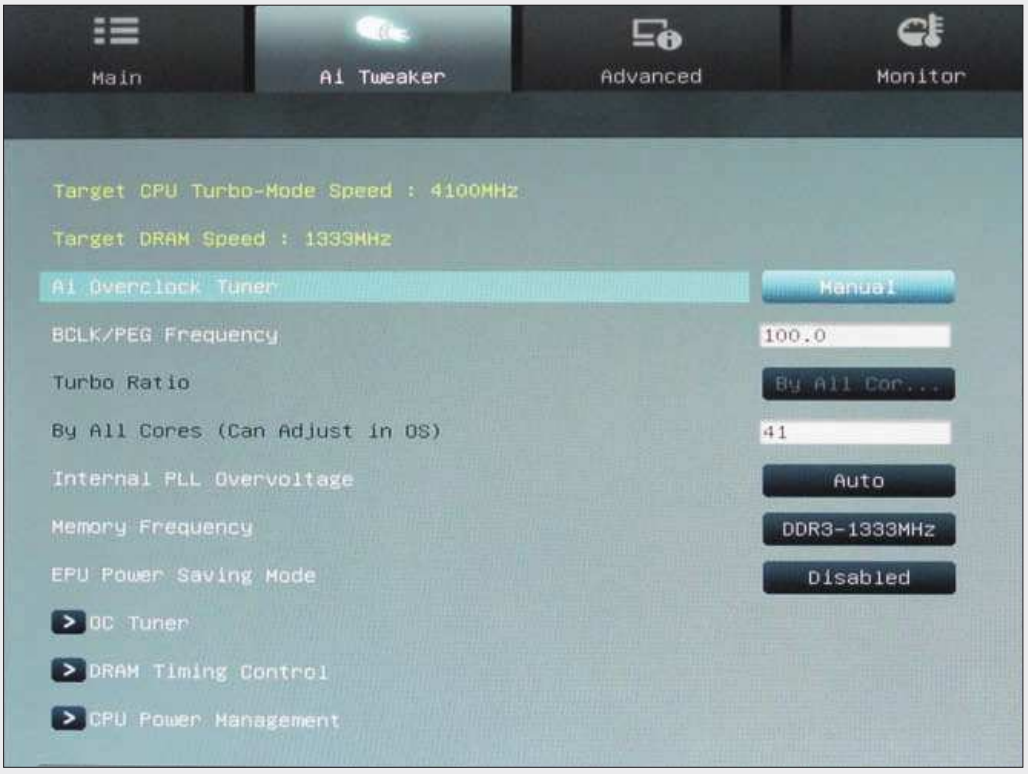
Asus P8P67 (UEFI 1401) mit Core i5-2500K: mühelos über 4 GHz

Mit einer Sandy-Bridge-CPU aus der K-Modellreihe ist das Übertakten relativ einfach.

Viele Einstellungen müssen nicht verändert werden, um einen i5-2500K oder i7-2600K zu übertakten. Da der Referenztakt kaum angehoben werden kann, ist der CPU-Multiplikator die wichtigste Stellschraube für mehr Leistung. Bei Asus heißt die Option „CPU Ratio". Damit auch Taktraten über 4 GHz stabil laufen, ist eine Anhebung der Kernspannung erforderlich. Werte um 1,25 Volt sind auch mit Mittelklasse-Kühlern zu bewältigen, Werte über 1,3 Volt empfehlen wir nur erfahrenen Übertaktern.

Die PCGH-Konfiguration umfasst zwei OC-Einstellungen: Variante 1 empfiehlt sich dann, wenn kein besonders guter Kühler zum Einsatz kommt, und ist auch automatisch eingetragen, wenn Sie das UEFI mit der Datei „PCGH-P8P67-OC.ROM" auf die Version 1401 aktualisieren. Der Prozessor wird ausgehend vom Standardwert von 3,3 auf 4,1 GHz übertaktet, die Spannung liegt bei 1,25 Volt. Eine etwas bessere Kühlung benötigt das Profil für 4,35 GHz, da hierbei die Spannung mit 1,3 Volt nocht etwas höher liegt. Die Einstellungen sind bewusst so gewählt, dass auch weniger gute Prozessoren dafür geeignet sind. Wenn Sie möchten, können Sie den CPU-Multiplikator aber noch um ein oder zwei Stufen anheben und testen, ob das System stabil läuft. Den Turbo-Modus haben wir in beiden Profilen ausgeschaltet.

Wundern Sie sich nicht, falls die Spannung unter Last laut CPU-Z geringfügig abfällt: Wir haben bewusst die Loadline-Calibration nur auf 50 Prozent gesetzt, damit die Spannungswandler nicht zu stark beansprucht werden. Beide Profile sind für DDR3-1333-Besitzer geeignet. Wer schnellere Module besitzt, kann den gewünschten Takt im UEFI-Menü „Ai Tweaker" einstellen und die „Memory Frequency" anheben. Für das letzte Quäntchen zusätzliche Leistung lohnt sich ein Abstecher in das Untermenü „DRAM Timing Control". Die von uns voreingestellten Werte für die Hauptlatenzen sind 9-9-9-27, die Command Rate beträgt 2T. Mit etwas Glück läuft zum Beispiel auch die Einstellung 8-8-8-24 1T stabil – die optimale Konfiguration unterscheidet sich abhängig vom verwendeten RAM. Je nach Benchmark holen Sie mit den PCGH-Profilen zwischen 20 und 30 Prozent mehr Leistung heraus. Damit zieht der i5-2500K in Spielen am i7-2600K vorbei, der 70 Euro mehr kostet und nicht immer von der seiner zusätzlichen SMT-Funktion profitiert.

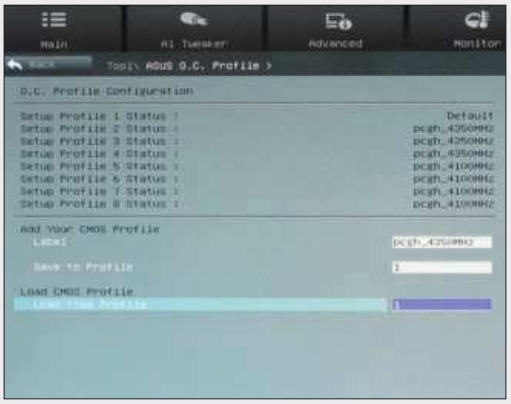


Beim Multiplikator 41 beträgt der Kerntakt ohne Referenztakt-Overclocking 4.100 MHz. Für leistungsschwache DDR3-Module ist die Einstellung „DDR3-1333 MHz" optimal. Beinahe jedes System mit i5-2500K oder i7-2600K verkraftet diese Taktraten ohne Probleme.

Die Load-line-Calibration-Einstellung „High" ist ein Kompromiss aus Intel-Vorgabe und Überspannung unter Last.

1,250 Volt Kernspannung sind ungefährlich. Das Gleiche gilt für die JEDEC-konforme RAM-Spannung mit 1,5 Volt.

Die RAM-Timings 9-9-9-27 sind auch für günstige Module kein Problem und können bei Bedarf abgesenkt werden.



Die OC-Profile haben wir mehrfach angelegt, um versehentlichem Überschreiben vorzubeugen. Auf „Default" läuft der PC ohne OC.

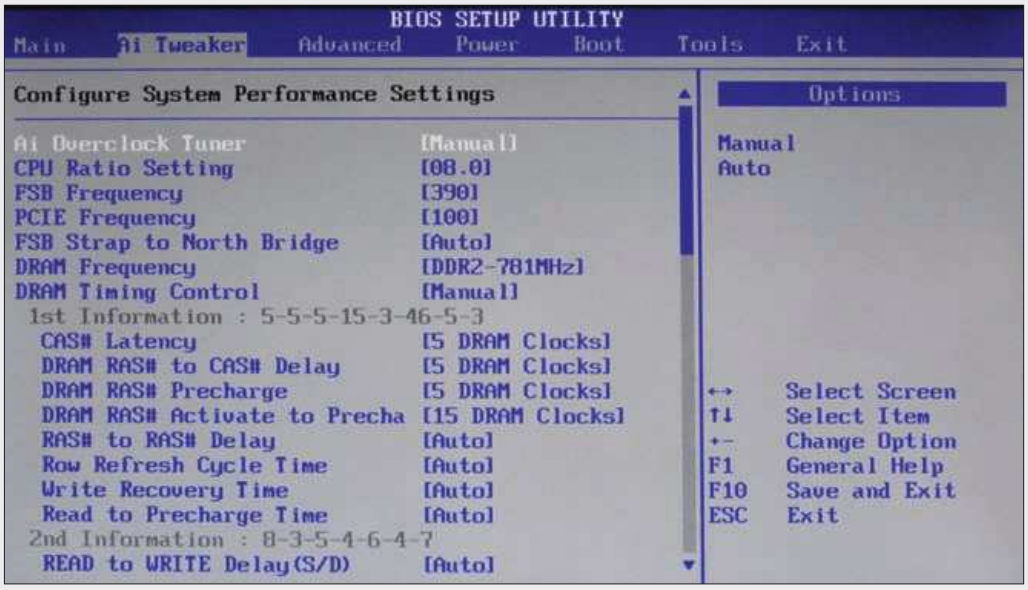
Asus P5Q Pro (BIOS 2102) mit Core 2 Quad Q6600 (G0): Takterhöhungen über 30 Prozent sind möglich.

Die P5Q-Modelle und der Core 2 Quad Q6600 sind sehr beliebte Sockel-775-Komponenten.

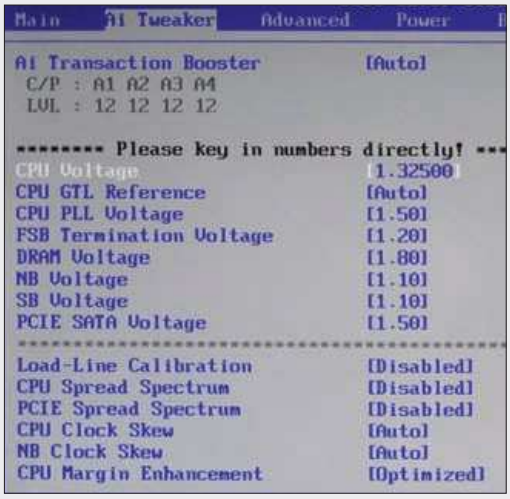
Beim P5Q kommt noch ein klassisches BIOS-Menü zum Einsatz, keine UEFI-Lösung. Alle Overclocking-relevanten Einstellungen sind unter „Ai Tweaker" aufgeführt. Mit Ausnahme der Core-2-Extreme-CPUs erfordern alle Core-2-Chips eine Anhebung des FSB-Takts, um dem Prozessorkern mehr Megahertz zu entlocken. Das führt zwar dazu, dass das Übertakten etwas komplizierter vonstattengeht, sorgt bei korrekter Ausführung aber auch für ein größeres Geschwindigkeitsplus. Bei Sockel-775-Systemen kommunizieren nämlich viele Systembestandteile über den FSB, sodass ein höherer Datendurchsatz die Geschwindigkeit allgemein steigert.

Dementsprechend haben wir auch unser erstes PCGH-Profil gestaltet, bei dem wir nur den zweithöchsten CPU-Multiplikator, dafür aber einen FSB von 390 MHz empfehlen. Diese Einstellung ist selbst für einfaches DDR2-800-RAM geeignet, da es dank 1:1-Teiler innerhalb der Spezifikation betrieben werden kann. Wer altes DDR2-667-RAM besitzt, das sich nicht auf DDR2-780-Geschwindigkeit übertakten lässt, sollte den Kerntakt von 3.120 MHz mit dem 1:1-Teiler bei 347 MHz FSB und dem CPU-Multiplikator 9 anvisieren. Noch mehr Leistung verspricht das zweite PCGH-Profil mit 420 MHz FSB. Damit der höhere CPU- und RAM-Takt (3.360 MHz/DDR2-840) stabil laufen, haben wir die Kernspannung von 1,325 auf 1,400 Volt und die RAM-Spannung von 1,8 auf 1,9 Volt angehoben. Die Kernspannung fällt unter Last niedriger aus, da wir die Funktion Load-Line-Calibration gemäß der Intel-Vorgabe nicht aktiviert haben. Aufgrund der FSB-Anhebung ist auch eine Erhöhung der Northbridge- und der FSB-Terminations-Spannung sinnvoll.

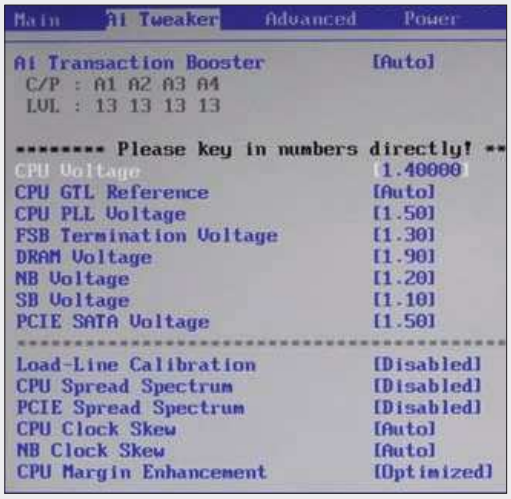
Das Speichern und Laden von Profilen ist beim P5Q Pro besonders einfach. Starten Sie das O.C. Profile Utility, das im BIOS-Bereich „Tools" untergebracht ist und speichern Sie die aktuelle Konfiguration mit der B-Taste. Die PCGH-Konfiguration für 3.120 MHz Kerntakt hört auf den Namen „PCGH1P5Q.CMO", nach dem Laden von „PCGH2P5Q.CMO" läuft der Prozessor mit 3.360 MHz. Beim Aufruf der Profile werden diese Informationen aber noch einmal angezeigt, da wir einen Beschreibungstext hinzugefügt haben. Dies empfehlen wir Ihnen auch bei eigenen Overclocking-Versuchen, falls Sie andere Werte testen möchten oder ein anderes Mainboard verwenden.



Mit 390 MHz FSB und dem CPU-Multiplikator lässt sich ein Kerntakt von 3.120 MHz erreichen. DDR2-800-Speicher läuft dank 1:1-Teiler innerhalb der Spezifikation. Die Timings 5-5-5-15 überfordern bei diesem Takt kaum ein DDR2-Modul.

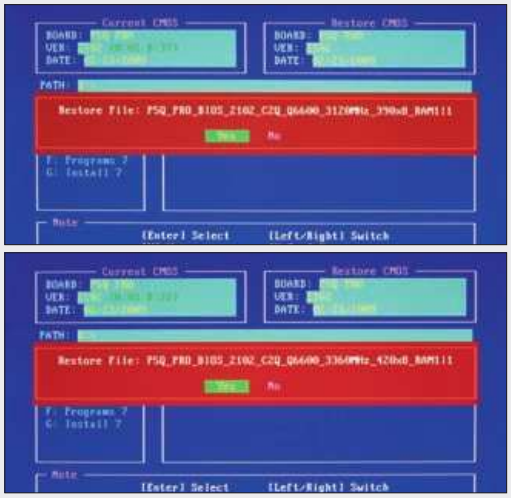


Für eine Anhebung von 266 auf 390 MHz FSB und von 2,4 auf 3,12 GHz Kerntakt ist nur eine höhere Kernspannung erforderlich.



Für die 420-MHz-Konfiguration ist eine Anhebung der Spannungen für CPU, FSB, Northbridge und RAM erforderlich.

Im Bereich „Tools" können Sie das PCGH-Profil mit dem O.C. Profile Utility laden oder eigene speichern und wiederherstellen.



Beide Profile haben wir mit einem Beschreibungstext versehen – zum Laden einfach Anwählen und dann mit „Yes" bestätigen.

Gigabyte 770TA-UD3 mit Phenom II X6 1055T: So wird die Sechskern-CPU noch schneller.

Günstig und schnell: Mit dem Gigabyte-Board und AMDs Sechskerner erreichen Sie per OC Topleistung.

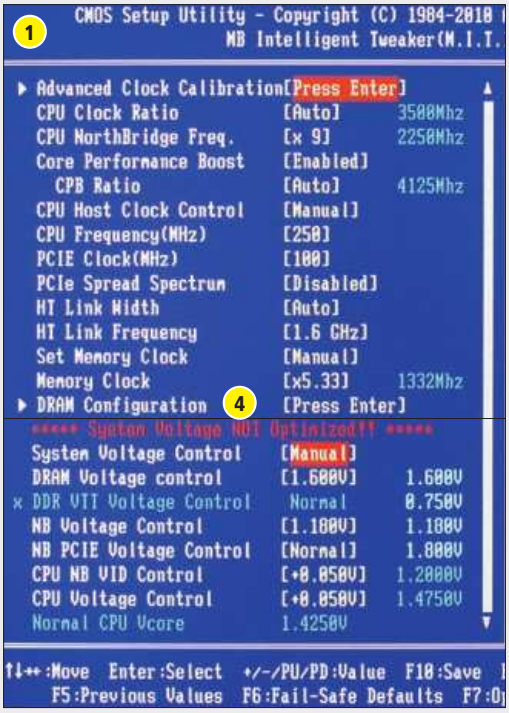
Gigabytes Sockel-AM3-Board 770TA-UD3 war wegen seines hervorragenden Preis-Leistungs-Verhältnisses sehr beliebt. Mit der aktuellen BIOS-Version F3 unterstützt das betagte Board auch Sechskern-CPUs von AMD. Da Gigabyte bei Boards für einen bestimmten Sockel-Typ stets ähnliche BIOS-Menüs verwendet, gelten unsere Tipps auch für weitere AM3-Boards des Herstellers – inklusive dessen Nachfolger mit 870-Chip.

Viel Leistung für wenig Geld bietet der Phenom II X6 1055T. Anders als bei den meisten AMD-CPUs der Black Edition („BE") können Sie hier den CPU-Multiplikator nicht beliebig anheben. Weil praktisch alle guten Sockel-AM3-Boards wie das verwendete 770TA-UD3 einen hohen Referenztakt vertragen, ist das aber kein Problem. Mit einer Übertaktung per Referenztakt wird aber nicht nur der CPU-Takt angehoben, sondern auch RAM, HT- und CPU-NB-Takt. Daher müssen Sie die zugehörigen Multiplikatoren senken. Wir empfehlen 250 MHz Referenztakt – damit liefen Board sowie CPU im Test problemlos und das System war dank 3,5 GHz statt der ursprünglichen 2,8 GHz deutlich schneller.

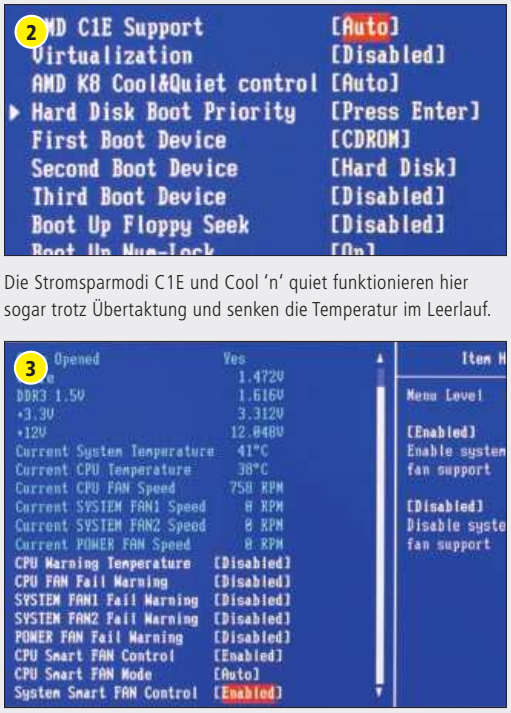
Beim HT-Link wählen wir den Wert „1,6 GHz" – das steht für den Multiplikator 8. Somit bleibt der HT-Link-Takt auch bei 250 MHz Referenztakt innerhalb der Spezifikation von 2.000 MHz (250 mal 8). Beim CPU-NB-Takt wählen wir hingegen den höheren Multiplikator 9, da ein angehobener CPU-NB-Takt die Leistung des Systems spürbar steigert. Den RAM-Multiplikator setzen wir auf 5,33 – somit reichen gewöhnliche DDR3-1333-Module. Wenn Sie High-End-Speicher besitzen, können Sie den RAM-Multi natürlich entsprechend weiter anheben. Welche Spannungen nötig sind, zeigen unsere Bilder rechts.

Besonders einfach ist es, unser gespeichertes OC-Profil von der PCGH-BIOS-Update-CD zu laden. Das funktioniert aber nur mit dem Gigabte 770TA-UD3 in der Revision 1.0 samt BIOS F3 sowie dem Phenom II X6 1055T. Kopieren Sie die Datei „PCGH-770" von unserer CD aus dem Ordner „Overclocking-Profile" auf einen USB-Stick. Rufen Sie das BIOS-Menü auf und drücken Sie dort „F12". Nun wählen Sie „File in HDD/FDD/USB". Suchen Sie die Datei auf Ihrem USB-Stick und bestätigen Sie die Auswahl mit der Enter-Taste. Mit „F10" speichern Sie die Werte und starten den PC neu.

Im Hauptmenü des Gigabyte-BIOS sind nur die Untermenüs „MB Intelligent Tweaker" (Taktraten und Spannungen), „Advanced BIOS Features" (Stromsparmodi) und „PC Health Status" (Lüftersteuerung) für die Übertaktung wichtig.

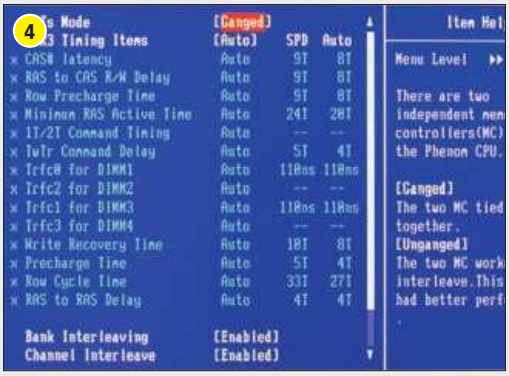


Passen Sie zunächst die Spannungen an, starten Sie neu, wählen Sie die Multiplikatoren (wieder Neustart) und dann 250 MHz.

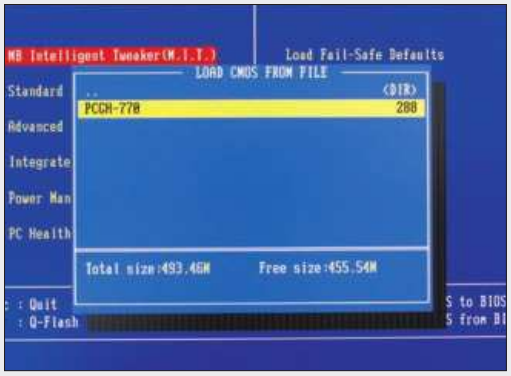


Die Stromsparmodi C1E und Cool 'n' quiet funktionieren hier sogar trotz Übertaktung und senken die Temperatur im Leerlauf.

Wenn Sie einen starken Kühler haben, können Sie die Lüfterteuerung erfahrungsgemäß trotz der höheren Abwärme aktivieren.



Die RAM-Timings finden Sie beim „MB Intelligent Tweaker" unter „DRAM Configuration". Wer mag, trägt die Herstellerwerte ein.



Um unser BIOS-Profil zu laden, kopieren Sie es auf einen USB-Stick, drücken im BIOS „F12" und wählen die Datei „PCGH-770".

Kühlung

Neuigkeiten rund um das Thema Kühlung

Stephan Wilke
Fachbereich Overclocking
E-Mail: sw@pcgh.de

Kommentar

Sandy Bridge ist erschienen, aber meine Gedanken kreisen um den guten, alten Athlon 64.

Je kälter, desto besser: Das gilt zum Beispiel für den Phenom II und viele Pentium-4-CPUs, die mit Extremkühlung um mehr als 3 oder gar 4 GHz übertaktet werden können und meist keinen Coldbug aufweisen. Die Situation nach dem Erscheinen von Sandy Bridge erinnert mich nun stark an die Hochphase des Athlon 64 in der OC-Szene, als Übertakter mit guten Wasserkühlungen und Einfallsreichtum, die ihr System zum Beispiel auf dem winterlichen Balkon oder in der Gefriertruhe positionierten, es beinahe mit den Profis hätten aufnehmen können, die auf „richtige" Extremkühlung setzten.

Bei Sandy-Bridge-Prozessoren bringen überlegene Kühlmethoden nun so wenig wie schon lange nicht mehr, hauptsächlich der Haltbarkeit zuliebe lohnt sich der Griff zum Container. Das führt zu geringeren Benchmark-Abständen, spannenden Kopf-an-Kopf-Rennen und mehr Konkurrenz für die etablierten Szene-Größen. Grundsätzlich gefällt mir das, das Flair aus der Athlon-64-Ära ist aber nicht mehr vorhanden, denn dazu ist Sandy-Bridge-Overclocking einfach zu repetitiv: Spannung hochstellen, CPU-Multiplikator hochstellen und hoffen, dass man ein gutes Exemplar erwischt hat – das ist es im Wesentlichen. K8-Systeme bieten mehr Abwechslung, denn einerseits ist der Referenztakt eine wichtige Stellschraube und andererseits profitiert die ältere Plattform stärker von RAM-Tuning und Software-Tweaks.

Dark Rock: Großer Nachwuchs angekündigt

Mit dem Dark Rock Pro C1 und dem Dark Rock Advanced C1 hat Be quiet einen guten Einstieg in den CPU-Kühler-Markt hingelegt. Auf der Computex (31.5. bis 4.6.) will der Hersteller erstmals Varianten mit 135-mm-Lüftern zeigen. Auch die Silent-Wings-Modellreihe soll generalüberholt werden. Tests der Neuheiten folgen in den kommenden PCGH-Ausgaben.

Beast-Pot fertig

PC-Games-Hardware-Extreme-Moderator „der8auer" hat einen neuen Container für Flüssigstickoff und Trockeneis fertiggestellt.

Der neue Behälter heißt „Beast" und wiegt 2.850 Gramm. Er eignet sich für alle aktuellen AMD- und Intel-Sockel und hat im Boden eine Bohrung für einen Temperaturfühler. Das ist hilfreich, da viele CPUs einen Coldbug haben, also unterhalb einer bestimmten Temperatur nicht funktionieren und daher nicht zu viel Flüssigstickstoff auf einmal eingefüllt werden darf, da es dem Prozessor sonst zu kalt wird.

Bei dem Beast-Container handelt es sich um eine Vollkupferanfertigung mit einer aufwendigen Innenstruktur für eine größere Kühloberfläche: Die Seitenwände weisen eine Rillenstruktur auf, im Zentralbereich des Kühlerbodens gibt es neun Vertiefungen. Für den Einsatz mit Trockeneis oder Prozessoren ohne Coldbug gibt es einen Aufsatz aus Aluminium – so muss man längere Zeit nicht nachfüllen und kann etwas entspannter übertakten. Im PCGHX-Forum hat „der8auer" nicht nur Bilder vom fertiggestellten Container, sondern auch Fotos hochgeladen, die bei der Fertigung des Containers geschossen wurden. *(sw)*

Die Herstellung des Beast-Containers erfordert professionelles Equipment und einige Stunden Zeit – Planung noch nicht inbegriffen!

DAS DVD-, BLU-RAY- UND KINO-MAGAZIN

// JETZT AM KIOSK!

Dickes HOBBIT-Paket!

AUF DVD: KOMPLETTER FILM

MAFIATHRILLER „SHADOWS OF DEATH“
+ SERIEN-PILOTFILM + SERIENFOLGE

BEILAGE: TASCHENBUCH

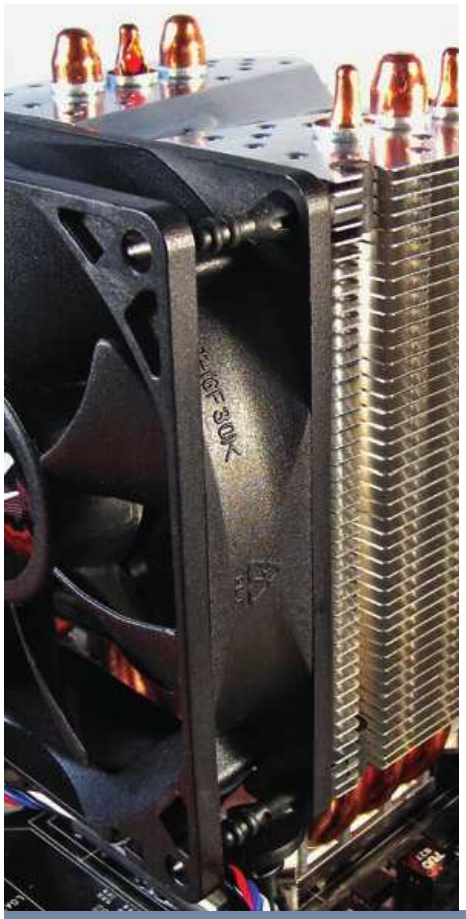
DIE BESTEN AMERIKANISCHEN
FILME ALLER ZEITEN AUF 100 SEITEN

GROSSES SPECIAL: DER HOBBIT

ALLES ZU DEN NEUEN HOBBIT-FILMEN
+ PORTRÄT VON PETER JACKSON

IM ABO ODER EINZELN BESTELLBAR UNTER:

shop.widescreen-online.de



Kühllösungen für Overclocker im Vergleich

Kühlmethoden

CPUs und GPUs werden immer leistungsfähiger und erzeugen eine immense Verlustleistung, die es möglichst effizient aus dem System zu leiten gilt.

Innerhalb des Computergehäuses sorgen außer CPU und GPU die Festplatten, der Chipsatz mit North- und Southbridge sowie ganz besonders die Spannungswandler für zusätzliche Wärmeentwicklung. Die so entstehende Verlustwärme muss möglichst effizient aus dem System herausgeführt werden. Dabei gilt es, bestimmte thermische Eigenheiten zu beachten: Kalte Luft ist schwerer als warme. So befindet sich die kühlere Luft idealerweise im unteren Teil des Gehäuses, erwärmt sich und steigt im stetigen Fluss nach oben. Manche PC-Gehäuse sind jedoch geradezu vollgestopft mit zusätzlicher Hardware, die der physikalischen Luftströmung den Weg versperrt – die Folge: Hitzestau.

Grundlegendes zur Kühlung von PC-Systemen

Um diesem Problem zu begegnen, bieten die Hersteller vielfältige Methoden und Hardware an. Zunächst betrachten wir jedoch die Luftströmung im PC etwas näher. Im Idealfall strömt die Raumluft durch den unteren Teil an der Front des PCs in das Gehäuse. Zwei in der Regel bereits vorhandene Lüfter an der Rückseite und im Netzteil sorgen nun für eine gewisse Thermodynamik. Die kühle, einströmende Luft wird durch das Chassis befördert, erwärmt sich und tritt durch die oberen Lüfter wieder nach draußen. Gleichwohl wird eine perfekte Thermodynamik kaum möglich sein. Der Luftstrom kann seinen Weg durch den PC nicht ungehindert gehen. Eine Grafikkarte mit Überlänge versperrt den Weg ebenso wie zusätzliche Bauteile auf dem Mainboard. Speicherriegel, lose herumhängende Kabel, saugende oder pustende Lüfter und Festplattenkäfige erhöhen ebenfalls den Strömungswiderstand. Ein weiterer Faktor ist die Temperatur der Raumluft: Im Sommer kann sie durchaus 10 bis 15 Grad Celsius höher liegen als zu gemäßigten Jahreszeiten. Die genannten Eigenschaften und Probleme machen sich übrigens bei allen Kühlungssystemen bemerkbar. Doch schauen wir uns nun die bestmöglichen Lösungen an: Luft-, Wasser- oder Kompressorkühlung – jede dieser drei Arten hat besondere Eigenschaften. Sie unterscheiden sich im Montageaufwand genauso wie im Anschaffungspreis. Wirtschaftlichkeit spielt ebenfalls eine bedeutende Rolle. Lautheit und Mobilität, zum Beispiel für LAN-Party-Besucher, sind ebenfalls wichtige Faktoren. In den folgenden Abschnitten beleuchten wir die drei unterschiedlichen Kühllösungen eingehender.

Luftkühlung

Es ist noch gar nicht lange her, da benötigte einzig das Netzteil in einem Desktop-System eine aktive Kühlung. Ein Gehäuselüfter war der nächste Schritt, gefolgt von zunächst kleinen passiven Kühlern aus Aluminium für die CPU, die kurz darauf einen 40-mm-Lüfter als Aufsatz erhielten. Mit zunehmender Leistungsstärke der Computer

sind aus den kleinen Aluminium-Kühlern wahre Kupfermonster herangewachsen, die mit weiteren Zusatzgebläsen in das PC-Gehäuse einzogen.

Heatpipes

Heutzutage verwenden CPU- und zunehmend auch Grafikkartenkühler sogenannte Heatpipes. Diese Rohre dienen als Wärmetransporteur zwischen der Wärmequelle und den Kühlrippen, welche die Energie schließlich an die durchströmende Luft abgeben. Die Heatpipe selbst besteht aus einem Rohr, das in der Regel mit einer Flüssigkeit gefüllt und nach außen luftdicht verschlossen ist. Erwärmt sich die Heatpipe an einem Ende, beginnt die Flüssigkeit teilweise zu verdampfen und nimmt dabei Wärme auf. Durch entstehende Druckunterschiede zwischen kaltem und warmem Ende der Heatpipe kommt es nun zu einer Strömung innerhalb des Rohres. Das erwärmte Gas strömt zum kalten Ende und kondensiert wieder. Bei diesem Prozess wird Wärme abgegeben. Das Leitmittel strömt nun wieder als Flüssigkeit zur Wärmequelle zurück und der Kreislauf beginnt erneut. Im Prinzip ist eine Heatpipe nichts anderes als ein Wärmetauscher im Kleinformat. Anfänglich wurden die Heatpipes mit dem Kühlerboden verbunden – immer mehr gehen viele Hersteller jedoch dazu über, die Wärmerohre direkt mit dem Gehäusedeckel des Prozessors (IHS, Integrated Heatspreader) zu verbinden (HDT, Heatpipe-Direct-Touch). Dies soll den Wärmeübergang verbessern.

Lüfter

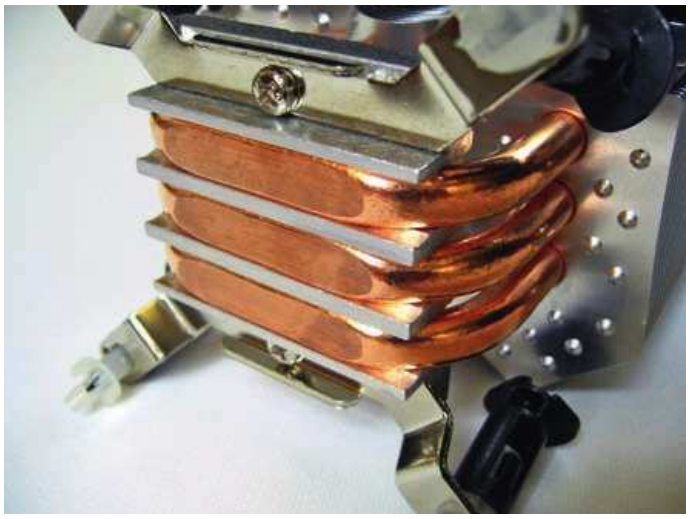
Selten werden Desktop-Computer passiv, also ohne bewegliche Teile wie Lüfter gekühlt. Obwohl die meisten CPU-Kühler über Heatpipes und eine große, thermisch wirksame Oberfläche zur Wärmeableitung verfügen, reicht die natürliche Luftströmung im Gehäuse meistens nicht aus. Zum Gehäuselüfter gesellen sich deshalb auch Prozessor- und Grafikkartenlüfter, um die Wärmeabfuhr zu vergrößern. Es gibt die unterschiedlichsten Modelle in verschiedenen Größen und Leistungsklassen. In der Regel kommen 120-mm-Lüfter zum Einsatz, die mit maximal 12 Volt betrieben werden und direkt auf den Kühlrippen montiert sind. Im Wesentlichen unterscheiden sie sich kaum voneinander. Qualitätsunterschiede zeigen sich vor allem in der Geräuschentwicklung, entweder durch Vibrationen oder von den Luftschaufeln verursacht.
Wenn Sie die Festplatten mitkühlen wollen, bietet sich der Einbau eines weiteren Lüfters in der Front an. Gleichzeitig unterstützt dieser Ventilator die Luftströmung im Chassis. Mitsamt dem Netzteilgebläse sind damit insgesamt fünf Lüfter verbaut – nicht gerade wenig. Mit Optimierungsmaßnahmen reichen drei bis vier Lüfter in der Regel jedoch aus.

Lüftersteuerung

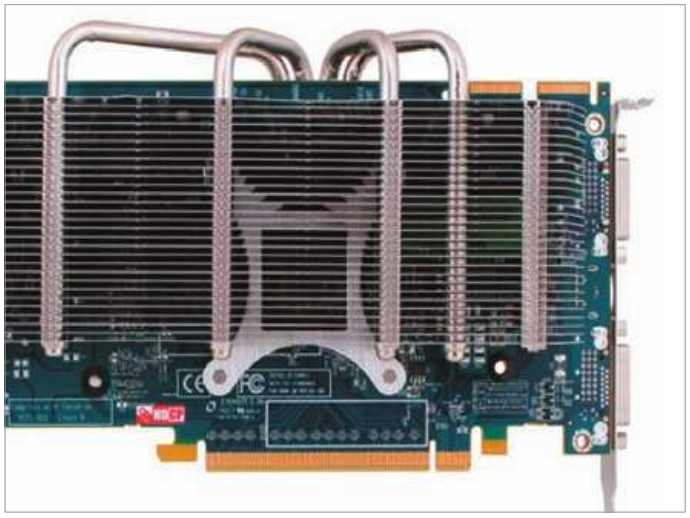
Durch die Anzahl der Gebläse erhöht sich natürlich der Geräuschpegel. Um den Lärmpegel zu reduzieren, bieten die meisten Mainboards die Möglichkeit, zusätzliche Lüfter direkt anzuschließen und über das BIOS bzw. ein Zusatzprogramm zu steuern. Dabei wird je nach Temperatur die Drehzahl angepasst. Reicht diese Option nicht aus, bleibt nur der Weg über eine zusätzliche Lüftersteuerung. Damit lassen sich die angeschlossenen Ventilatoren je nach Bedarf (Leerlauf- oder Lastbetrieb) und Umgebungstemperatur regulieren, indem die Spannung der Lüfter (12 Volt Standard) abgesenkt oder bei PWM-Modellen gepulst wird. Diese Regelungen gibt es in verschiedensten Varianten – mit manueller Bedienung oder automatisch und mit Anzeige über aktuelle Temperaturen (über beiliegende Sensoren). Lüftersteuerungen bieten oftmals den einzigen Weg, die Geräuschentwicklung der vielen Lüfter in den Griff zu bekommen.

Montage

Die Montage einer Luftkühlung ist meist recht einfach. Grafikkarten werden immer bereits mit fertig montiertem Lüfter geliefert. Gleiches gilt für das Netzteil. Bei Prozessoren gehört zwar meist ein Kühler zum Lieferumfang, jedoch sind die Boxed-Kühler der Hersteller weniger effizient. Daher empfiehlt sich ein Austausch gegen ein Modell aus der Zubehörkiste. Im Wesentlichen unterscheiden sich die Austauschkühler durch die Anzahl der verwendeten Heatpipes, die Kühlfläche, die Einbaulage des vorgesehenen Lüfters und ihre Montagefreundlichkeit. Bei einigen Kühlern ist der Ausbau der Hauptplatine erforderlich, damit eine Metallplatte zur Stützung auf der Rückseite angebracht wer- ▷

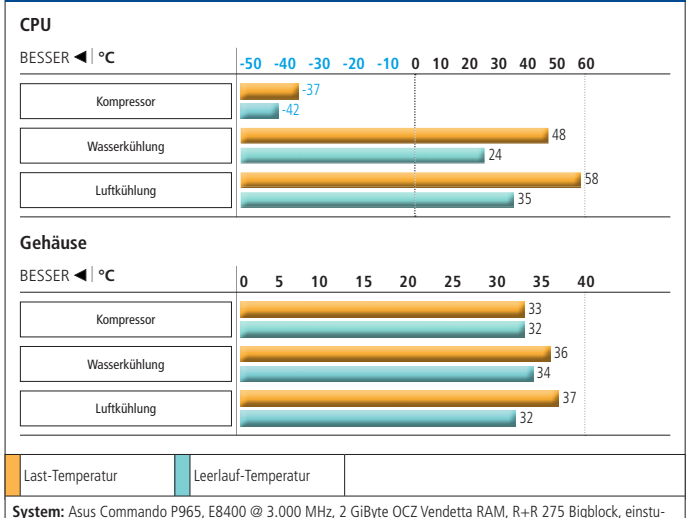


Prozessorkühler wie dieser OCZ-Vendetta-CPU-Lüfter haben in den Kühlerboden eingelassene Heatpipes.



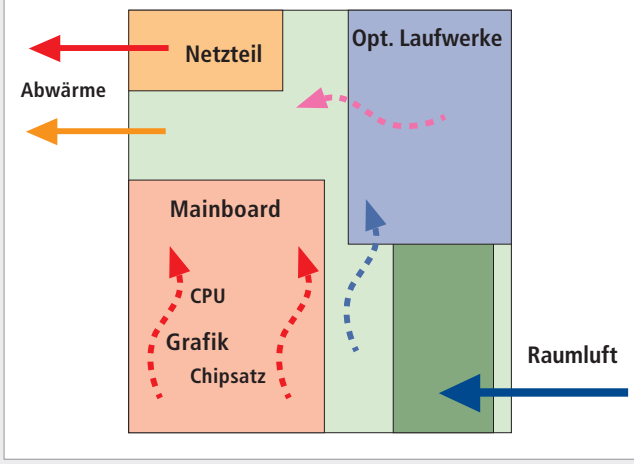
Moderne Heatpipes kommen auch auf Grafikkarten zum Einsatz. Viele passive Kühlsysteme nutzen die Technik zur besseren Wärmeabgabe.

Kühlungsvergleich



System: Asus Commando P965, E8400 @ 3.000 MHz, 2 GiByte OCZ Vendetta RAM, R+R 275 Bigblock, einstufiger Kompressor **Bemerkungen:** Mit der Luftkühlung wird die CPU unter Last am wärmsten. Egal ob Wasser oder Luft, die Gehäusetemperatur ist gleich. Die besten Ergebnisse erreichen Sie mit dem Kompressor.

Aufbau einer Luftkühlung



Frische Raumluft strömt vorn ins Gehäuse und nimmt die Abwärme der Bauteile auf.

Luftkühlsysteme für Prozessoren werden immer größer, da durch die großen Kühlflächen mehr Wärme abgegeben werden kann.

Über einen Kupferkühlblock wird die Wärme des Prozessors an das durchströmende Wasser abgegeben.

den kann. Einfacher gestaltet sich die Montage durch Pushpins (nur bei Intel-CPUs). Sie werden auf die Bohrungen des Mainboards gesetzt und mit etwas Druck verriegelt. Die Pushpins haben zwei verschiedene Stellungen: Bei der einen werden die Pins nach unten gedrückt und rasten dann hörbar ein. Wenn sie wieder gelöst werden sollen, müssen die Pins um 90 Grad gedreht werden. Ein etwas größerer Schraubendreher ist ein geeignetes Werkzeug dafür. Noch einfach geht's mit dem AMD-Klammersystem. Über einen Hebel werden zwei Halteklammern bewegt, die den Kühler fest an den Sockel pressen. Die Gehäuselüfter für die Front- und Rückseite lassen sich sehr einfach mit dem Chassis verschrauben. Unsere Empfehlung: Verwenden Sie Gummientkoppler statt Schrauben, Sie erreichen damit eine weitere Geräuschreduzierung.

Fazit: Kühlpotenzial, Preis

Werden die angesprochenen Punkte wie Thermodynamik sowie Luftströmung umgesetzt und laufen alle verbauten Lüfter auf maximaler Drehzahl, dann sind Temperaturen der CPU im Leerlaufbetrieb möglich, die etwa 10 bis 12 Grad Celsius über der Raumtemperatur liegen. Unter Volllast, zum Beispiel während eines technisch anspruchsvollen 3D-Spiels, werden jedoch in Abhängigkeit von der verwendeten Hardware bald 30 bis 35 Grad Celsius über der Raumtemperatur erreicht. Die Temperaturen der Grafikkarte liegen häufig 10 bis 15 Grad über denen der CPU. Recht schnell ist das PC-System an seinen Grenzen angelangt und es verbleibt nur wenig „Luft", um zum Beispiel durch Übertakten mehr Fps herauszuholen. Von einem leisen System zu sprechen fällt schwer. Durch zusätzlichen Aufwand – wie die Verwendung einer Lüftersteuerung, von Gummientkopplern und qualitativ hochwertigen Lüftern – ist es möglich, den Rechner nahezu geräuschlos zu betreiben. Preislich ist die Luftkühlung unschlagbar: Für weniger als 100 Euro erhalten Sie bereits einen Austauschkühler für Ihre Grafikkarte, einen leistungsfähigen CPU-Kühler mit Heatpipes sowie die notwendigen Lüfter.

Wasserkühlung

Wasserkühlungen kommen immer dann zum Einsatz, wenn Lüfter nicht mehr ausreichen, um das PC-System zu kühlen. Wasser besitzt eine hohe Wärmekapazität und verbessert die Wärmeaufnahme gegenüber Luft um ein Vielfaches, wenn es um kleinflächige Wärmequellen geht. Ein geschlossener Wasserkreislauf benötigt nur wenige Komponenten. Eine Pumpe fördert das Wasser aus einem Vorratsbehälter über Schläuche zum Kühlblock. Die Abwärme der Komponenten wird vom Kühlkörper aufgenommen und an das durchströmende Wasser abgegeben. Im weiteren Verlauf erreicht das erwärmte Wasser den Radiator. Dieser Wärmetauscher, bestehend aus einem Kupferrohr, das von Kühllamellen umgeben ist, nimmt die Wärme vom Wasser auf und gibt sie an die Umgebungsluft weiter. Das so abgekühlte Wasser fließt schließlich wieder in den Vorratsbehälter zurück.

Radiator

Der Radiator ist eine der wichtigsten Komponenten der Wasserkühlung. Erst durch ihn wird die Wärmeübertragung an die Raumluft ermöglicht. Es gibt Radiatoren in verschiedenen Größen, empfehlenswert ist die Verwendung von Dual-Radiatoren: Sie bieten genügend Platz auf ihrer Oberfläche, um zwei Zusatzlüfter zu verschrauben. Warum Lüfter für eine Wasserkühlung? Der Wärmeaustausch ist, je nach Größe des Radiators, zwar auch im passiven Betrieb möglich, aber erst der Einsatz von Zusatzlüftern macht kleinere Flüssigkeitskühlungen im Gehäuse realisierbar. Alternativ bieten sich externe Radiatoren an, die in etwa die Größe einer Seitenwand des Gehäuses haben. Sie können komplett passiv ohne Lüfter betrieben werden und geben die Wärme per Konvektion (Heizkörperprinzip) an die Umgebungsluft ab.

Kühlblock

Ohne Kühlkörper kann die Wärme gar nicht erst auf das Wasser übertragen werden. Diese Kühlkörper werden in der Regel aus Kupfer gefertigt. Während die Wärme aufnehmende Seite für den optimalen Kontakt zum Chip glatt oder gar hochglanzpoliert ist, hat die innen liegende Seite eingefräste Kanäle (Kanalkühler), durch die das Wasser strömt. Manche Modelle nutzen zur Vergrößerung der Wärmeübergangsfläche auch eine Pin-Struktur. Zur Vergrößerung der Strömungsgeschwindigkeit kommen zuweilen Düsenkühler zum Einsatz. Bevor das Wasser auf die Wärmeüber-

gangsfläche trifft, wird es durch eine kleine Platte mit feinsten Bohrungen gepresst, dadurch soll der Wärmeübergang erhöht werden. Kühlkörper gibt es mittlerweile für nahezu alle PC-Komponenten. So lassen sich neben CPU und GPU auch Netzteil, Chipsatz, RAM und Festplatten mit Wasser kühlen.

Pumpe

Von einfachen Aquarien-Tauchpumpen bis hin zu hochwertigen Produkten aus der Computerindustrie ist ein breites Sortiment an Pumpen erhältlich. Sie werden entweder mit 230 Volt aus der Steckdose oder mit 12 Volt aus dem Computersystem mit Strom versorgt. Letzteres ist die unkomplizierte Variante, so können Sie das Einschalten nicht versäumen. Entscheidend an der Pumpe sind ihre Leistungsfähigkeit, die durch die Fördermenge bestimmt wird, und die Lautstärke. Faktoren für die Lautheit sind Vibrationen, die auf das Chassis übertragen werden können, sowie die Förderleistung. Mit ihrer geringen Größe lassen sich die Pumpen ebenfalls im Gehäuse unterbringen. Manche Modelle erlauben auch den Einbau in den Laufwerksschacht.

Ausgleichsbehälter, Schläuche und Anschlüsse

Als Vorratsbehälter, aber auch zur Befüllung und Entlüftung ist der Ausgleichsbehälter vorgesehen. Praktisch sind Module, die direkt an die Pumpe angeflanscht werden. Alle Komponenten einer Wasserkühlung verfügen über einen Zu- und Abfluss, die über entsprechende Anschlüsse mit den Schläuchen verbunden werden müssen. Auch dieses Zubehör ist breit gefächert. Gängige Anschlüsse sind entweder Einschraubverschraubungen oder Steckverbinder. Zu beachten sind die unterschiedlichen Größen: Die Anschlüsse müssen zum verwendeten Schlauch passen. Aber auch die Gewindegröße ist entscheidend und wird vom jeweiligen Kühlblock vorgegeben.

Montage

Minimalistische Komplettsets mit einem Single-Radiator lassen sich zwar recht einfach einbauen, bieten jedoch nicht die Kühlleistung, die eine Wasserkühlung eigentlich ausmacht. Für mehr ist handwerkliches Geschick eine wichtige Voraussetzung. Auch Grundwissen über das unterschiedliche Zubehör schadet nicht, da es ein vielfältiges Angebot auf dem Zubehörmarkt gibt. Sollen Pumpe, Ausgleichsbehälter und Radiator im Gehäuse eingebaut werden, kann entweder auf ein Chassis zurückgegriffen werden, das bereits entsprechend vorbereitet ist, oder Sie müssen die Löcher und Bohrungen selbst anfertigen. Im Vergleich zur Luftkühlung haben Sie einen erheblich größeren Aufwand.

Fazit: Kühlpotenzial, Preis

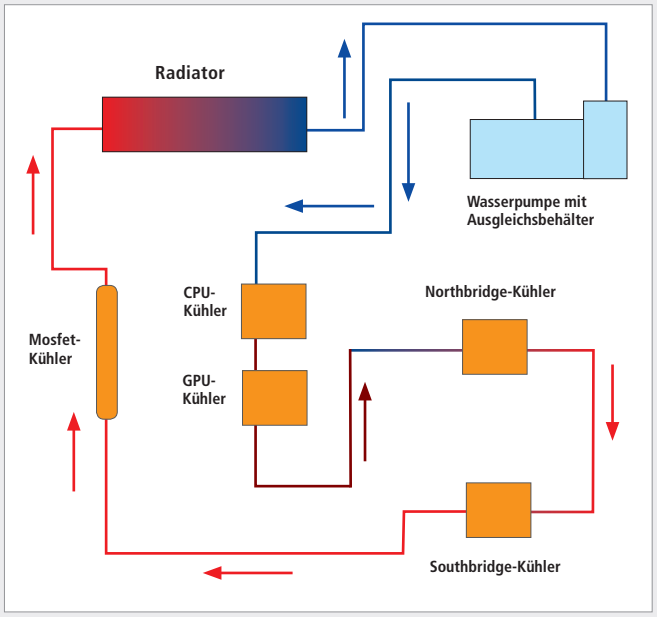
Verglichen mit der Luftkühlung erreicht eine Wasserkühlung Temperaturen im Leerlaufbetrieb, die – abhängig von der verwendeten Hardware – nur 2 bis 5 Grad über der Wassertemperatur liegen. Unter Last zeigt sich der Vorteil der Flüssigkeitskühlung: Die CPU erhitzt sich nicht so stark wie mit einer Luftkühlung. Aber auch für Grafikkarten eignet sich ein Wasserkühlblock hervorragend: GPUs erzeugen deutlich mehr Wärme als ein Hauptprozessor. Flüssigkeitskühlungen führen die Wärme wesentlich besser ab. Die Systemtemperatur sinkt deutlich, selbst wenn nicht alle Komponenten mit Wasser gekühlt werden. In diesem

Fall sind jedoch weiterhin ein paar Zusatzlüfter notwendig, um Spannungswandler sowie Chipsatz zu kühlen. Erst wenn wirklich alle Bestandteile des Systems mit Wasser gekühlt werden, genügt es, allein den Lüfter im Netzteil zu betreiben. So ein System hat natürlich auch seinen Preis: Je nach Aufwand und Umfang werden etwa 200 bis 350 Euro fällig. Als Gegenleistung erhalten Sie ein deutlich leiseres System, das zudem sehr viel Luft zum Übertakten lässt. Im Extremfall ist sogar ein lautloses System möglich.

Kompressorkühlung

In Anlehnung an das Kühlschrankprinzip gibt es seit einigen Jahren auch Kompressorkühlungen für den PC. Die Masse der Kompressoren wird jedoch immer noch von Enthusiasten und Übertaktern im Eigenbau hergestellt. Die Kompressorkühlung besteht aus nur wenigen Einzelteilen und ist nahezu wartungsfrei. Hauptbestandteil ist der Kompressor, der ein zunächst gasförmiges Kältemittel unter hohen Druck setzt. Im weiteren Verlauf verflüssigt sich das Gas im Verflüssiger und gibt dabei Wärme ab. Der hohe Druck wird im Kapillarrohr abgebaut, bevor ▷

Aufbau einer Wasserkühlung

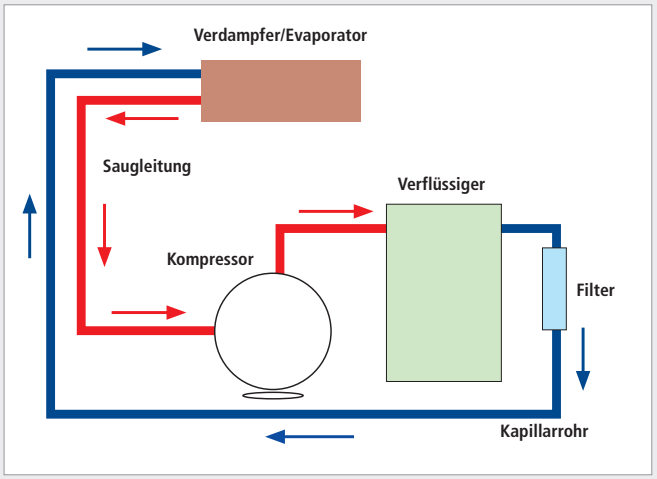


Die Wasserkühlung gilt als sehr effektiv, trotzdem muss die Flüssigkeit im Radiator zusätzlich mit Lüftern abgekühlt werden.

Eine Geforce 8600 GTS mit angepasstem Komplett-Wasserkühler einer 7600 GT. Vorteil: Neben der GPU (Grafikprozessor) werden auch der Speicher sowie die Spannungswandler mitgekühlt.

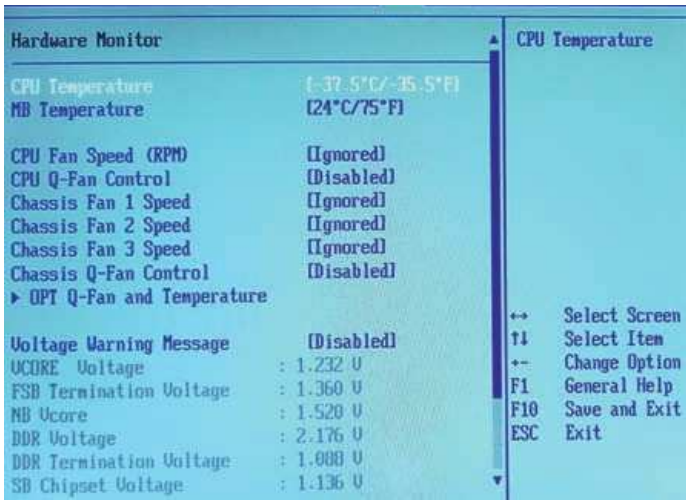
Manche Kühlblöcke, wie hier im Bild ein Twinplex Rev. 1.2 von Aqua-Computer, sind universell einsetzbar. Einstufige Kompressoren sind ein günstiger Einstieg: Littledevil aus Slowenien hat diese Kompressorkühlung gefertigt.

Aufbau einer Kompressorkühlung



Eine Kompressorkühlung funktioniert ähnlich wie ein Kühl- oder Gefrierschrank. Der Selbstbau dieser Kühlmethode ist nicht gerade einfach.

Umfangreiche Vorarbeiten sind notwendig, damit Sie die CPU mit einem Kompressor kühlen können: Sie müssen rund um den Prozessor-Sockel und an der Rückseite der Hauptplatine gegen Kondensatbildung isolieren.



Die Temperaturen liegen dank des Kompressors weit unterhalb des Gefrierpunktes. Core-2-CPUs zum Beispiel starten erst unter –100 Grad Celsius nicht mehr.

das Kältemittel in den Verdampfer (Evaporator) fließt. Wie in einer Heatpipe nimmt das Kältemittel nun die Wärme vom Kühlblock auf und verdampft dabei. Das Kältemittel geht wieder in den gasförmigen Zustand über, der Kreislauf beginnt erneut. Da sich der Aggregatzustand des Kältemittels ständig ändert (gasförmig, flüssig), wird oftmals auch der englische Name Phase Change Cooler für eine Kompressorkühlung verwendet. Ein einstufiger Kompressor erreicht Temperaturen von unter minus 32 Grad Celsius bei einer Wärmelast von etwa 250 Watt. Weitere Bauformen sind mehrstufige Anlagen, die bis zu drei Kompressoren beinhalten (Kaskaden), und sogenannte Rotary-Kompressoren mit Rollkolben. Sie werden ausschließlich für Übertaktungsversuche eingesetzt und erreichen tiefste Temperaturen von unter minus 100 Grad Celsius.

Lüfter

Auch beim Einsatz einer Kompressorkühlung kann nicht auf Lüfter verzichtet werden. Im Verflüssiger (Wärmetauscher, Radiator) entsteht Wärme, die abgeleitet werden muss. Vielfach kommen große 230-Volt-Lüfter zur Anwendung, die entsprechend schwer zu regeln sind und ein gehöriges Geräuschniveau bringen. Über den Evaporator wird meistens die CPU gekühlt, in seltenen Fällen auch die GPU. So müssen Sie weiterhin Chipsatz, Grafikkarte und Gehäuse auf traditionelle Weise mit Lüftern kühlen, wenn Sie nicht zusätzlich auf eine Wasserkühlung zurückgreifen.

Montage

Wenn Sie die Kompressorkühlung nur für Übertaktungsversuche verwenden, ist die Montage denkbar einfach. Jedoch muss zuvor recht aufwendig die Hauptplatine rund um den CPU-Sockel sowie auf der Rückseite isoliert werden. Ein Ausbau des Mainboards ist unumgänglich. Haben Sie die Metallplatte montiert, lässt sich der Evaporator einfach auf dem Sockel festschrauben und das System kann in Betrieb gehen. Soll der Kompressor dauerhaft betrieben werden, muss ein entsprechend großes Loch in die Seitenwand geschnitten werden, damit der Evaporator von außen durchgeführt werden kann. Anschließend wird das PC-Chassis auf das Gehäuse des Kompressors gestellt.

Fazit: Kühlpotenzial, Preis

Ein Kühlsystem, das unterhalb des Gefrierpunkts kühlt, ist unschlagbar. Wird die CPU mit Kompressor kalt gestellt, sind eine Überhitzung und die damit verbundene Notabschaltung nicht denkbar. Einzig die Höhe der CPU-Spannung wäre in der Lage, den Prozessor dauerhaft zu zerstören. Für Übertakter sind Kompressorkühlungen ein Traum, der jedoch nicht ganz billig ist und auch entsprechendes Wissen voraussetzt. Selbst wenn das System über einen Controller verfügt, der den Kompressor steuert, kann nicht von einem leisen und alltagstauglichen Kühlsystem gesprochen werden.

Für etwa 500 Euro gibt es bereits einstufige Kompressoren, die wahlweise für die CPU oder für die GPU eingesetzt werden können. Ohne zusätzliche Lüfter – mit oder ohne Wasserkühlung – kommt der Kompressor nicht aus. Der Aufpreis hierfür sollte nicht außer Acht gelassen werden. Wenn Sie Ambitionen haben, Ihre CPU oder Grafikkarte bis an die Leistungsgrenzen zu bringen, und der zusätzliche Stromverbrauch von etwa 250 Watt Sie nicht abschreckt, dann ist ein Kompressor die richtige Wahl.

Aussichten

Eine Umfrage auf pcgh.de ergab, dass 85 Prozent der Befragten auf Luftkühlung setzen, nur 13 Prozent haben eine Wasserkühlung installiert. Auf die Frage, was mit einer Wasserkühlung gekühlt werden soll, entschieden sich 68 Prozent für die CPU. Nur 25 Prozent wollen ihre Grafikkarte mit Wasser kühlen, obwohl die GPU den größten Anteil an der Wärmeentwicklung im PC-System hat.

Schauen wir in die Zukunft: Intels Prozessoren werden bereits in 45 Nanometern gefertigt. Mit dem kleiner werdenden Fertigungsprozess verringert sich auch die Verlustleistung bei gleichbleibender Effizienz. Erste Tests haben bereits gezeigt, dass diese Prozessoren einfacher zu kühlen sind. Mit Luftkühlung sind die Temperaturen eines 45-nm-Prozessors auch bei hohem Takt kontrollierbar. Bei GPUs hingegen steigt trotz der Verkleinerungen die Verlustleistung weiter. Eine einfach gehaltene Wasserkühlung für die Grafikkarte kann daher erheblich zur Verringerung der Temperatur im System beitragen. *(sl)*

Bonusmaterial

www

Bonuscode
27GF

Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

Bild: Aid-Box

Rechner ohne Lüfter bauen

Der 0-Sone-PC

Leise ist gut – unhörbar ist besser. Aber kann ein PC wirklich lautlos sein? Wir zeigen, wie passive HTPCs und Spielerechner Wirklichkeit werden.

Ultra-silent", „No-noise" – selbst 5-Sone-Krachmacher werben heutzutage mit diesen Stichworten. Die Jagd nach dem lautlosen PC beginnt also mit der Frage, was das überhaupt ist. Ein beliebter Werbeausdruck, der eine Messung vortäuscht, lautet „0 Dezibel". Die Hilfseinheit Bel gibt aber nur Verhältnisse zwischen zwei Werten wieder. Ohne Referenzwert (20 Micropascal bei „dB(A)") kann sich ein beliebiger Schalldruck hinter dieser Angabe verstecken, zumal die Hersteller auch gerne Messentfernungen vergrößern, um niedrigere Werte zu erhalten.

Nullpunkt

Zudem ist Bel eine logarithmische Skala. Das heißt, bei „0 dB" liegt genau einmal der Referenzwert an, bei 10 dB das Zehnfache und bei 20 dB das Hundertfache. Umgekehrt ergibt ein Schalldruck von 2 Micropascal einen Wert von -10 db(A). Auch auf der Sone-Skala für Lautheit, die das subjektive Hörempfinden berücksichtigt, sind 0 Sone nicht über die Abwesenheit von Schall definiert, sondern über dessen Wahrnehmbarkeit.

„Lautloser" Schall

Die Hörschwelle der meisten Menschen für einen 2 kHz Sinuston wird bei 0 dB(A) angesetzt. Bei 3 bis 4 kHz werden dagegen auch -5 dB(A) erreicht, während Töne oberhalb von 15 kHz oder unterhalb von 30 Hz erst bei Schalldrücken von über 60 dB(A) wahrgenommen werden. Die Sone-Skala beschreibt diese Hörschwelle mathematisch und klassifiziert Geräusche, die sie nicht überschreiten, also für den Durchschnittsmenschen „unhörbar" sind, mit 0 Sone. Praktisch messen lassen sich derartige Werte aufgrund der Messtechnik aber kaum. Selbst der „schalltote" Raum und die hochwertige Messtechnik von PC Games Hardware lassen nur die Aussage zu, dass die Lautheit eines Produktes kleiner als 0,1 Sone ist.

Im Rahmen dieses Artikels wird deswegen ein praxisnaher Ansatz gewählt: Die Vermeidung oder Dämmung aller Schallquellen. Ob die persönliche Hörschwelle bei 0,05 Sone oder 0,0005 Sone unterschritten wird, ist dann nur noch eine Frage von Dämmmaterialdicke und Komponentenqualität. Die grundsätzlichen Probleme bleiben jedoch die gleichen.

Fanless ...

Die auffälligste und mit am schwersten zu beseitigende Geräuschquelle in modernen PCs ist ihre Kühlung. Der durchschnittliche PC hat einen CPU-, einen Grafikkarten-, einen Netzteil- und meist zwei Gehäuselüfter wechselnder Größe und Stärke. Großzügig bestückte Systeme nutzen jeweils doppelt oder gar dreimal so viel, um der Abwärme Herr zu werden und ergänzen eventuell noch eine aktive Mainboardkühlung. Da die vollständige Dämmung eines Lüfters unmöglich ist, ohne seine kühlende Funktion zu verhindern, muss ein lautloser PC vollständig auf sie verzichten. Was auf den ersten Blick unmöglich klingen mag, lässt sich auf mehreren verschiedenen Wegen erreichen.

... durch sparsame Hardware

Wer PCs aus den frühen 90ern öffnet, der sieht die erste Lösung vor sich. Die CPU hat, wenn überhaupt, einen passiven Kühlkörper, das Mainboard gar keinen und auch die Ansprüche der Grafikkarte liegen niedriger als bei einigen modernen Soundkarten. Nun ist ein leiser PC mit der Leistung eines 486ers von eher bescheidenem Nutzen, aber auch in Zeiten von 400-Watt-Grafikkarten gibt es Hardware mit minimalem Stromverbrauch.

Via hat sich seit langem auf derartige Lösungen spezialisiert und bietet seit der Jahrtausendwende sparsame x86-Plattformen mit ausreichender Leistung an, die zur ▷

Zeit durch neue Dual-Cores ersetzt werden sollen. Die Verfügbarkeit der Nano-Boards ist allgemein eher schlecht, die Leistung aber ausreichend für einfache Anwendungen und zusätzliche Dekoderchips sorgen oft für hervorragende Multimedia-Effizienz.

Intel Atom

Intel ignorierte lange Zeit den Markt für sparsame Chips im unteren Leistungssegment. Seit dem Netbook-Boom befinden sich aber eine Reihe leicht kühlbarer Chips für Nettops im Programm. Die Effizienz ist hierbei mittelmäßig, da die Atom-D-Modelle in erster Linie für das untere Preissegment entwickelt wurden. Der einfache Aufbau und die Verwandtschaft mit den Atom-N-Modellen für Nettops sorgen jedoch trotzdem für einen niedrigen Verbrauch.

Dank vier logischer Kerne, 1,8 GHz Kerntaktfrequenz und der Integration von Speichercontroller und Grafiklösung reicht die Leistung der zweiten Atom-Generation durchaus für das Internetsurfen und den normalen Office-Betrieb aus. Die Wärmeentwicklung beziehungsweise „Thermal Design Power" der Plattform bleibt dabei unter 15 W. Auch beim Atom wird dieses Jahr ein Produkt-Update erwartet, das endlich eine brauchbare Multimediabeschleunigung und HD-taugliche Grafikeinheit liefern soll. Bislang wird dafür zusätzlich Nvidias-Ion2-Grafiklösung benötigt, was Verbrauch und Preise in die Höhe treibt.

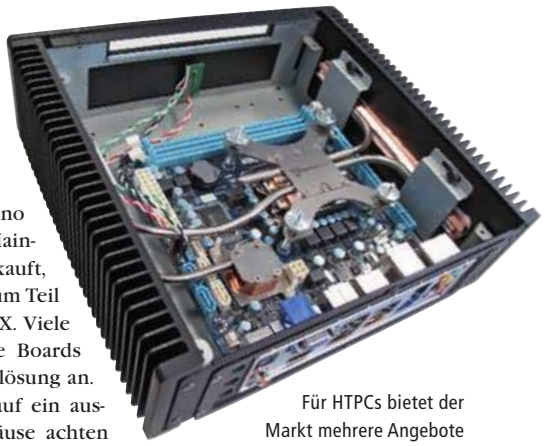
AMD Fusion:

Bereits verfügbar ist die Konkurrenz von AMD. Die „Brazos" Plattform ist der erste Vertreter des Fusion-Konzeptes und integriert, genau wie die zweite Atom-Generation, Speichercontroller und Grafikeinheit. Letztere ist das primäre Alleinstellungsmerkmal gegenüber den anderen beiden Plattformen. Während die CPU-Leistung eher auf dem Niveau der schnellsten Atom-Modelle liegt, ermöglicht die integrierte Radeon HD6200/6300 auch Multimedia- und gelegentlichen Spieleeinsatz.

Zwar reicht die Leistung nur für ältere Titel in reduzierten Einstellungen, aber die Zugehörigkeit zur HD6000-Serie einschließlich DX11-Kompatibilität beschert eine vorzügliche Treiberunterstützung. Diese ermöglicht es, aufwendigere Spiele zumindest ohne Darstellungsfehler zu starten. Vor allem aber bringt sie die vollständige GPGPU-Unterstützung der großen Geschwister mit, die eine Hardwarebeschleunigung von Mediaplayern, Flash und ähnlichem erlaubt.

ITX-Systeme

Atom, Fusion und Nano werden fest auf Mainboards verlötet verkauft, meist im ITX-Format, zum Teil aber auch als Mikro-ATX. Viele Hersteller bieten diese Boards auch mit passiver Kühllösung an. Man muss somit nur auf ein ausreichend luftiges Gehäuse achten und ein lüfterloses Netzteil wählen, wobei der geringe Verbrauch kaum Anforderungen an letzteres stellt. Die Lautstärke des Systems hängt dann nur noch von den Laufwerken (siehe unten) ab. Ist doch einmal ein Miniaturlüfter auf der CPU verbaut, lassen Haltepunkte und TDP der Prozessoren oft den Austausch gegen einen Oberklasse-Mainboardkühler zu.



Für HTPCs bietet der Markt mehrere Angebote mit integrierter Heatpipekühlung

Fanless durch große Kühlkörper

Wer eine leistungsfähige CPU und eine spieletaugliche Grafikkarte möchte, der muss sich eine Leistungsklasse höher umschauen und wesentlich mehr Kühlaufwand treiben. Eine Möglichkeit sind Kühlkörper, die zwar konventionell mit Heatpipes arbeiten, aber dank großer Oberfläche und großem Lamellenabstand für Passivbetrieb geeignet sind. Der Thermalright HR-02 oder der noch größere Silentmaxx Bigblock passen allerdings kaum in handelsübliche Gehäuse und es drohen schnell Wärmestau und Überhitzung, wenn die warme Luft nicht schnell genug aus dem Gehäuse entweicht. Trotzdem ermöglicht dieses Prinzip den stabilen Betrieb aktueller Dual-Cores und einiger Quad-Cores, wenn das Gehäuse ausreichend luftig ist.

Kritischer sieht es mit Grafikkarten aus. Zwar bieten eine Reihe von Herstellern lüfterlose GPU-Kühler oder fertige Karten an, doch oberhalb der Einsteigerklasse sind diese eher als semi-aktive Lösung zu verstehen, bei denen der lüfterlose Kühlkörper zwingend auf den Luftstrom eines Gehäuselüfters angewiesen ist. Die Abwärme aktueller Oberklasse-Grafikkarten würde aber ohnehin zu Problemen mit der Gehäuse-Innentemperatur führen.

Fanless durch integrierte Heaptipe-Lösungen

Leistungsfähiger sind Systeme, die zwar ebenfalls auf Heatpipes basieren, die Wärme aber aus dem Gehäuses leiten. Riesige Aluminium-Profile, die die gesamte Seitenwand eines Gehäuses einnehmen, stellen ausreichend Fläche zur Verfügung, über die die Wärme außen abgegeben werden kann. Speziell angepasste Heatpipesysteme binden CPU und GPU an, während Mainboard und kleinere Wärmequellen nun die gesamte Luftzirkulation im Gehäuse für sich beanspruchen können.

Auf diese Art lassen sich nicht nur die schnellsten CPUs lautlos kühlen, sondern auch Oberklasse-Grafikkarten bis zur HD 5870.

Bild: Deltatronic GmbH

Deltatronics Lösung für die Radeon HD 5870 stellt derzeit die Speerspitze passiver Heatpipe-Lösungen dar. Der riesige Kühlkörper ersetzt die rechte Gehäusewand.

Nachteilig ist jedoch die geringe Kompatibilität, da die Position von GPU und CPU nur begrenzt variieren darf und der vorgesehene Weg für die Heatpipes nicht durch weitere Bauteile versperrt werden darf. Auch die Preise dieser aufwendigen Konstruktionen fallen oft sehr hoch aus und die meisten Anbieter bieten nur PCs für den Home-Entertainment-Bereich an, die zwar leistungsfähige CPUs vertragen, aber keine spezielle GPU-Kühlung bieten.

Fanless durch Wasserkühlung

Wer das Prinzip der externen Wärmeabgabe mit flexibler Hardwareauswahl kombinieren möchte, der muss die starren Heatpipes durch eine leicht anpassbare Lösung ersetzen. Optimal zum Wärmetransport zwischen Hardware und Abgabefläche eignet sich eine Wasserkühlung. Die freie Kombinierbarkeit von Kühlkörper und Radiator ermöglicht es dem Passiv-Enthusiasten, von Entwicklungen zu profitieren, die eigentlich für andere Käuferkreise gedacht waren. So gibt es nicht nur eine breite Auswahl an CPU-Kühlern, sondern auch Grafikkarten-Komplettkühler für jede neue Oberklasse- und High-End-Grafikkarte. Diese führen, im Gegensatz zu Heatpipe-Lösungen, nicht nur die Abwärme der GPU, sondern auch die der Spannungsregler ab.

Ein zweites Alleinstellungsmerkmal sind Mainboardkühler. Dank der zunehmenden Integration von Funktionen in die CPU gibt es zwar Chipsätze mit minimalem Verbrauch, die ohne aufwendige Kühlung auskommen, und auch das Problem platzender Elektrolytkondensatoren wird durch die Kombination großer Spannungswandler-Passivkühlkörper mit All-Solid-Kondensatoren bereits im Serienzustand verhindert. Aber wer nicht nur „stabile", sondern „gute" Gehäuseinnentemperaturen erreichen, oder SLI/Crossfire-taugliche Chipsätze nutzen oder übertakten möchte, der ist schnell an der Grenze rein passiver Kühllösungen.

Passiv-Radiator

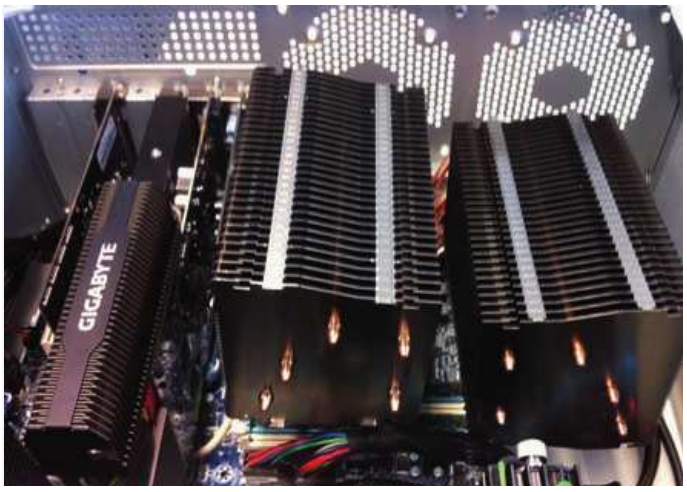
Eine Wasserkühlung dagegen transportiert zuverlässig und schnell die Abwärme jeder in den Kreislauf eingebundenen Komponente zum Radiator. Die Zahl der benötigten Lüfter kann dann durch die Verwendung entsprechend groß dimensionierter Radiatoren auf null gesenkt werden. Der Markt bietet hierfür einerseits spezielle Passivradiatoren aus Aluminiumstrangprofilen für vertikale Montage an. Diese haben auf den ersten Blick eine vergleichsweise kleine Oberfläche, nutzen dafür aber Wärmeabstrahlung und die natürliche Konvektion optimal aus.

Alternativ können konventionelle Radiatoren eingesetzt werden, wenn sie über ausreichenden Lamellenabstand und Größe verfügen. Sie bieten deutlich mehr Oberfläche auf gleichem Raum, erschweren damit aber der Luft die Durchströmung. Zu empfehlen ist eine horizontale Montage, um stärker von der natürlichen Konvektion zu profitieren. Eine Befestigung am Gehäuse ist somit bei Passivbetrieb nicht sinnvoll, allerdings reicht der Platz dort sowieso bestenfalls für ein System der unteren Mittelklasse. Stattdessen bietet sich die Installation frei hängend unter einem Schreibtisch oder als Zwischenboden in einem Regal an.

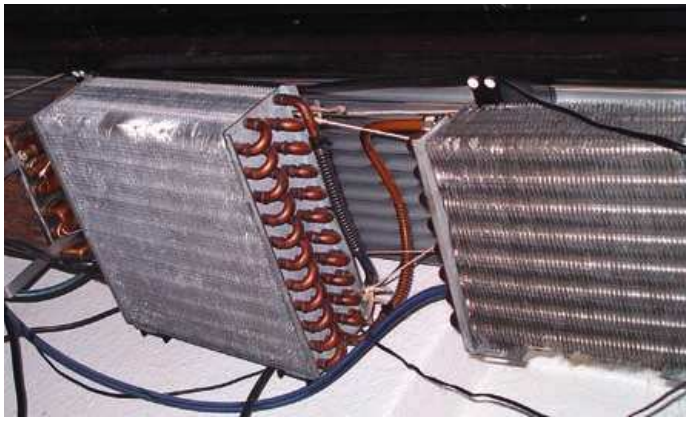
Pumpen-Probleme

Zwei Nachteile gehen mit einer passiven Wasserkühlung einher. Der erste ist wiederum der Preis. Zusätzlich zu den nicht geringen Kosten für Kühlkörper, Pumpe und Zubehör muss vergleichsweise viel Geld in die Radiatoren investiert werden. Bastler können versuchen, dies einzusparen, indem sie alternative Lösungen improvisieren. Heizkörper aus korrosionsanfälligem Stahlblech haben sich hier nicht bewährt, aber alte KFZ- oder Klimaradiatoren mit Kupferverrohrung sind unbedenklich. Aufgrund der meist engen Lamellenabstände müssen diese meist noch größer dimensioniert werden.

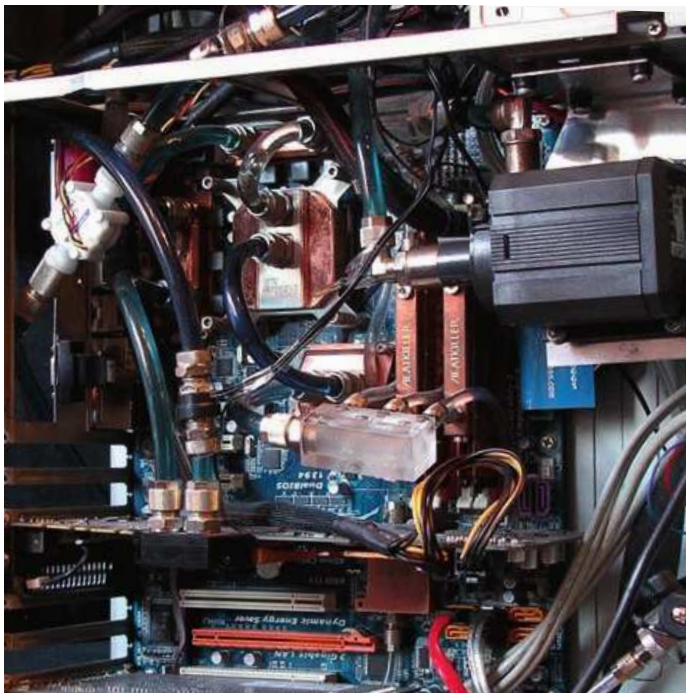
Der zweite Nachteil einer Wasserkühlung ist offensichtlich, aber leicht zu umgehen: Mit der Pumpe kommt eine zusätzliche Geräuschquelle ins System; im Gegensatz zu einem Lüfter benötigt diese aber keinen Kontakt zur Außenluft und die eigene Abwärme kann nahezu jedes Modell über das durchfließende Wasser abführen. So steht einer Dämmung nichts im Wege. Für einige eher laute Pumpen sind sogar fertige Dämmgehäuse verfügbar, das Endergebnis wird aber nicht von allen als lautlos bezeichnet. Die geringe Grundlautstärke anderer ▷



Der Silentmaxx BigBlock dürfte der Kühlkörper mit der größten Passivleistung und der kürzesten Gehäuse-Kompatibilitätsliste sein (Bild: Silentmaxx).



Viel Radiatorfläche ersetzt jeden Lüfter. Bastellösungen aus alten Klimaradiatoren sollten aber schon aus optischen Gründen unter dem Schreibtisch hängen.



CPU, Spannungswandler, GPU, VGA-Spannungswandler, Northbridge, Southbridge, RAM – man muss nicht alles wasserkühlen. Aber man kann – und zwar lautlos.

Exemplare, die bei guter Entkopplung leiser ist als die vieler anderer Festplatten, macht Eigenbau-Lösungen aber leicht umsetzbar.

DC/DC-Netzteile

Hat man nun die Kühlung von CPU, Grafikkarte und des Mainboards passiv sichergestellt, bleibt immer noch ein letzter Lüfter übrig. Die nachträgliche Veränderung einer Netzteilkühlung ist quasi unmöglich, denn die hohen Spannungen bringen Laien in Lebensgefahr und die Vielzahl kleiner Wärmequellen im Inneren lässt sich nicht ohne Weiteres an einen Kühlkörper anbinden. Die einzige Lösung sind somit Netzteile, bei denen bereits der Hersteller den Betrieb ohne Lüfter vorgesehen hat. Für Nutzer eines sparsamen ITX-Systems gestaltet sich die Suche nach einem solchen meist denkbar einfach, denn der Strombedarf lässt sich problemlos über DC-DC-Wandlerplatinen bewerkstelligen (beispielsweise Pico-PSU). Diese werden ihrerseits von einem externen 12 V Blocknetzteil versorgt, wie man es von Laptops kennt. Beide Bauteile sind typischerweise passiv gekühlt und es muss nur darauf geachtet werden, dass sie keine elektronischen Störgeräusche produzieren.

Noch einfacher ist die Suche bei Gehäusen mit integriertem Heatpipesystem. Bei einem derart hochintegrierten Kühldesign muss in der Regel das vom Hersteller vorgesehene und oft auch von ihm gefertigte Netzteil verwendet werden.

Wassergekühlte Netzteile

Wer dagegen seinen eigenen 0-Sone-Rechner auf Basis einer Wasserkühlung oder großer Passivkühlkörper zusammenstellt, der muss das passende Netzteil selbst finden und hat oft gehobene Leistungsansprüche. Als erste Wahl für Wasserkühlungsnutzer erscheinen wassergekühlte Netzteile, die von einigen Herstellern angeboten werden. Doch hier ist Vorsicht geboten, denn es handelt sich mit wenigen Ausnahmen um passiv oder aktiv gekühlte Netzteile, die von einer Wasserkühlungsfirma umgerüstet wurden. Trotz durchgängig sehr hoher Preise ist so keineswegs garantiert, dass der Entwickler der Kühlung auch alle Belange des Netzteils berücksichtigt hat.

Netzteile, die trotz Wasserkühlung überhitzen, den Großteil ihrer Wärme ins Gehäuse abgeben oder Netzteile mit hörbarer Umwälzpumpe für eine integrierte Ölbadkühlung – der Markt hat in der Vergangenheit viele zweifelhafte Produkte hervorgebracht. Auch unvollständig umgerüstete Netzteile mit einem „Notlüfter“, der ab einer gewissen Auslastung die Kühlung kleiner Bauteile sicherstellen soll, sind verfügbar. Diese sind zwar gegebenenfalls seltener lautlos als man sich erhofft, aber immer noch die bessere Alternative zu unprofessionelleren Lösungen, die nach zwei Jahren wegen unzureichender Kühlung ausfallen.

Trotz hoher Effizienz erzeugen auch moderne Netzteile mehr Abwärme, als man im Gehäuse haben möchte. Externe Anbringung ist die ultimative Lösung des Problems.

Passive Netzteile

Wesentlich besser sieht die Situation bei passiven Netzteilen aus. Diese sprechen, ohne die Spezialisierung auf Wasserkühlungsbesitzer, eine größere Käuferschicht an. Außerdem werden sie auch für Industrierechner in staubiger Umgebung oder im medizinischen Einsatz benötigt. Entsprechend gibt es sie auch von großen, renommierten Herstellern oder einer Reihe kleinerer Spezialfirmen mit jahrelanger Erfahrung – letztere fertigen aber nicht immer im ATX-Format.

Besonders seit dem Erscheinen der ersten 80+-Silber-Netzteile wächst der Markt, denn mit steigender Effizienz sinkt die abzuführende Wärme und damit der zusätzliche Aufwand im Vergleich zum aktiv gekühlten Basismodell. Dank der namenhaften Hersteller und des weiteren Anwendungsgebietes sind auch professionelle Tests und Erfahrungsberichte in deutlich größerer Zahl verfügbar als bei wassergekühlten Netzteilen. PC Games Hardware selbst plant für eine der nächsten Ausgaben eine Marktübersicht passiver Netzteile.

Wärmeabfuhr

Im Alltagseinsatz haben passive Netzteile gegenüber alternativen Lösungen nur einen Nachteil: Die ins Gehäuse abgegebene Wärme muss dieses irgendwie verlassen. Die Verwendung eines Gehäuselüfters würde aber nicht nur das 0-Sone-Ziel unmöglich machen, sondern auch den Verzicht auf einen Netzteillüfter ad absurdum führen. Wer ein sehr effizientes Netzteil, Komponenten mit nicht zu hohem Verbrauch und ein luftiges Gehäuse kombiniert, der kann dieses Problem unter Umständen einfach vernachlässigen.

Bei größerer Wärmeproduktion empfiehlt es sich, die Tricks professioneller Angebote abzugucken. Positioniert man das Netzteil weit oben im Gehäuse unter einer Öffnung, verlässt die warme, nach oben steigende Luft auf direktem Wege das Gehäuse. Noch radikaler ist die Montage des Netzteils außerhalb des Gehäuses. Hier ist optimale Kühlung garantiert, aber genau wie bei Rechnern in Plexiglasgehäusen oder auf einem offenen Bench Table fehlt die vorgeschriebene EMV-Abschirmung. Störungen elektrischer Geräte im Umfeld oder umgekehrt des Rechners selbst können die Folge sein.

Von fanless nach lautlos

Wer denkt, er wäre nach dem ganzen Aufwand für eine passive Kühlung am Ziel angelangt, der irrt. Auch ohne Lüfter kann es in einem Rechner zwei Geräuschquellen geben. Die erste sind Störgeräusche, die direkt von der Elektronik ausgehen. Berühmt geworden ist das Spulenfiepen einiger Grafikkarten. Dieses lässt sich glücklicherweise einfach abschalten, indem man den Vsync aktiviert oder auf anderem Wege sinnlos hohe Frameraten verhindert. Problematischer sind in seltenen Fällen Mainboards, vor allem aber Netzteile. Gerade bei passiven Netzteilen hilft nur die richtige Auswahl beim Kauf, denn man kann die Geräusche weder durch Einstellungen mildern, noch erlauben die großen Kühlkörper ein Auffinden der Quelle und etwaige Nachbesserungsarbeiten an den Bauteilen.

Die zweite Geräuschquelle sollte ebenfalls bereits vor dem Kauf berücksichtigt werden. Moderne Festplatten sind zwar zum Teil sehr leise, aber immer noch ein gutes Stück von 0 Sone entfernt, insbesondere bei Zugriffen. Die perfekte Lösung für dieses Problem stellen natürlich SSDs dar. Wer sich ein Flash-Laufwerk für alle seine Daten leisten oder diese zum Großteil auf einen Fileserver/NAS im Nebenraum auslagern kann, der braucht sich keine weiteren Gedanken zu machen. Wer dagegen eine Festplatte unhörbar machen will, der muss dämmen und entkoppeln.

0-Sone-Festplatte?

Universell einsetzbar sind kombinierte Festplatten-Dämm- und Kühlgehäuse, die es in geringer Zahl auf dem Markt gibt. Der Grund für das beschränkte Angebot liegt in dem offensichtlich widersprüchlichen Anliegen, die Geräusche einer Festplatte zu isolieren, ihre Abwärme aber abzuführen. Will man das Ganze auch noch wirkungsvoll entkoppeln, in einem 5,25-Zoll-Schacht unterbringen und leicht zusammenbaubar gestalten, sind Kompromisse nicht vermeidbar.

In Bastlerkreisen hat sich deswegen eher die sogenannte „Bitumenbox“

durchgesetzt. Hier wird das Gehäuse eines alten 5,25-Zoll-Laufwerkes entkoppelt auf dem Gehäuseboden positioniert und innen mit Bitumenmatten ausgeklebt. Deren hohe Masse erbringt eine gute Schalldämpfung, aber die Wärme der eingebetteten 3,5-Zoll-Festplatten wird noch einigermaßen gut abgeleitet. Nutzt man ohnehin eine Wasserkühlung, sind Festplatten-Wasserkühler die bessere Wahl. Diese sind leistungsfähiger und auch für mehrere Festplatten erhältlich, sowohl einzeln als auch mit einer passenden Dämmbox. Dank der zuverlässigen Kühlung kann diese wie die Pumpe nach Belieben in Dämmmaterial verpackt und entkoppelt werden.

Semi-passive Kühlung …

Wer seinen lautlosen Rechner nur fürs Office oder zum Surfen braucht, sich aber kein zweites System anschaffen möchte, der sollte eine Teil-Implementation obiger Vorschläge in Erwägung ziehen. Eine semi-passive Kühlung (nicht mit einem semi-aktiven Kühlerkörper zu verwechseln, der auf eine gute Gehäusebelüftung aufbaut) ist so dimensioniert, dass der PC bei geringer Belastung fanless betrieben werden kann. Bei stärkerer Belastung werden aber automatisch oder manuell Lüfter hinzugeschaltet, um bei immer noch geringer Lautstärke eine hohe Kühlleistung zu bieten.

Das Netzteil sollte in diesem Fall aus dem breiten Angebot an semi-passiven Modellen gewählt werden. Ergänzt wird das ganze durch eine Kombination aus SSD und konventionelle Festplatte, wie sie PC Games Hardware auch aus Preis/Performancegründen empfiehlt. Liegen alle im lautlosen Betrieb benötigten Anwendungen auf der SSD, kann die Festplatte in den Schlafmodus wechseln.

Auf Basis des integrierten Heatpipe-Konzeptes lassen sich solche Lösungen meist nicht realisieren, weil die Form der Kühlprofile nicht für eine aktive Belüftung ausgelegt ist. Wer dagegen auf große Lamellenkühlkörper im Gehäuseinneren vertraut, greift in der Regel ohnehin auf Produkte zurück, die für den semi-aktiven Betrieb gedacht waren. Hier kann man entweder zusätzliche Lüfter direkt auf den Kühlkörpern oder eine Gehäusebelüftung mit hohem Leistungspotenzial installieren. Diese wird dann aktiviert, sobald die Temperaturen bedenkliche Werte erreichen.

… automatisch angesteuert

Integrierte Lüftersteuerungen von Mainboards oder Grafikkarten ermöglichen oft keine Automatisation einer semi-passiven Kühlung, da sie nicht bis auf null Prozent Lüfterstärke runterregeln können. Umgekehrt können viele externe Lüftersteuerungen nicht die Temperatursensoren der verbauten Komponenten auswerten und so nur grob nach der Temperatur im Gehäuseinneren regeln.

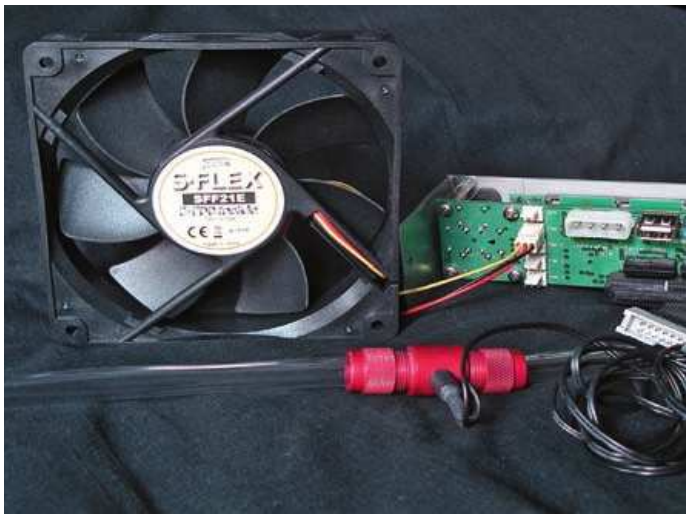
Wesentlich bessere Möglichkeiten haben die Nutzer einer Wasserkühlung. Hier ist die Abgabe der Wärme von der Komponente ans Wasser unabhängig von der Lautstärkeentwicklung und muss somit nicht geregelt werden. Eine Ansteuerung von Lüftern in Abhängigkeit von der Wassertemperatur ist dagegen mit vielen Steuerungen möglich. Höherwertige Modelle bieten auch eine vollwertige Sollwertregelung. Diese ermöglicht es, unabhängig vom Lastbereich, die gleiche Temperatur zu halten. So kann das System beispielsweise bei geringer Last passiv mit 70 °C CPU-Temperatur laufen, während bei hoher Last ebenfalls 70 ° C und eine entsprechend höhere Lüfterdrehzahl anliegen. Eine Steuerung ohne Sollwertregelung würde dagegen einer bestimmten Temperatur eine bestimmte Drehzahl zuordnen und das System wäre nur leise, wenn es auch kalt ist, was sich fanless kaum realisieren lässt.

Verbaut man die Lüfter auf einem zusätzlichen, internen Radiator und koppelt die stationäre Radiatorinstallation über Schnelltrennkupplungen an, bleibt zudem die Mobilität des Rechners erhalten. Mit abgekuppelten Passivradiatoren arbeitet das System dann als konventionelle, aktive Wasserkühlung. *(tv)*

Fazit

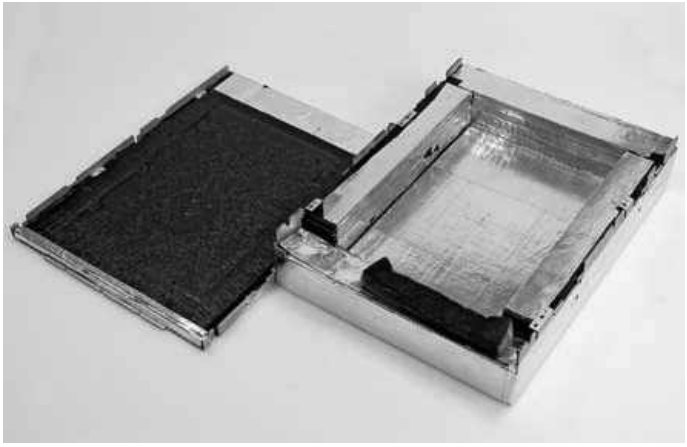
Lautloser Rechner

0-Sone sind möglich, aber aufwendig. Ob ein konventionelles Silent-System nicht auch ausreicht, muss jeder für sich entscheiden. Aber wer schon einmal versehentlich den Ein-/Aus-Schalter betätigte, um den laufenden Rechner „einzuschalten", für den kommen aktiv gekühlte „Krachmacher" nicht mehr in Frage.

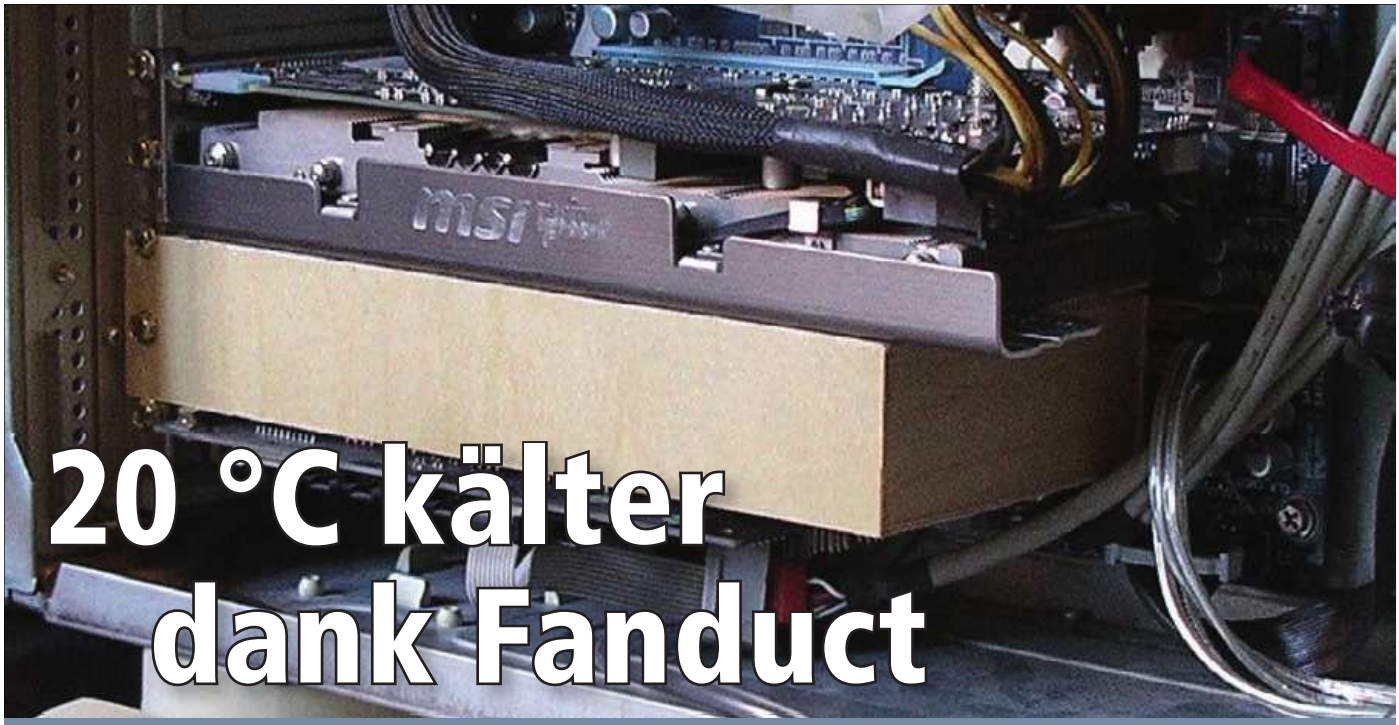


Eine Wasserkühlung mit einem Temperatursensor und einer vollautomatischen Lüftersteuerung bietet die optimale Anpassung der Lüfterleistung an das Wärmeaufkommen.

Ein aufgeräumtes Inneres sollte oberste Priorität bei passiv-gekühlten Projekten haben, damit Warmluft ungehindert nach oben entweichen kann."



Die „Bitumenbox" hat sich als optimaler Kompromiss aus HDD-Kühlung und Dämmwirkung für alle erwiesen, die keine Wasserkühlung verwenden.



20 °C kälter dank Fanduct

Lufttunnel in Theorie und Praxis

Neben Lüftern und Kühlblöcken spielt auch die Luftleitung eine große Rolle im Kühlsystem. Fanducts sind ein wenig beachteter, aber leistungsfähiger Ansatz zur Verbesserung der Kühlleistung.

Fanduct“, „Airduct“, „Lüftertunnel“ – die Namen sind so vielfältig wie die Umsetzungsmöglichkeiten. Doch das Grundprinzip bleibt immer das Gleiche: direkte Zufuhr kalter Außenluft zu den Kühlern oder die direkte Ableitung warmer Abluft. Ersteres führt zu einer schlagartigen Verbesserung der Komponententemperatur um die Differenz zwischen Außen- und Gehäuseinnentemperatur, Letzteres verhindert wirkungsvoll das Aufheizen anderer Komponenten. Ein zusätzlicher Vorteil besteht in beiden Fällen darin, dass der Kühler nicht seine eigene Abluft umwälzen kann.

Die Effizienz eines Fanducts steht und fällt dabei mit der Gehäuselüftung. Wer viele, große und starke Gehäuselüfter einsetzt oder gleich einen offenen Benchtable nutzt, erreicht auch so optimale Bedingungen. Anders sieht dies in Silent- oder Kompaktsystemen aus, bei denen maximal ein oder zwei meist leistungsschwache Gehäuselüfter eingesetzt werden. Die Kombination aus Fanduct und den ohnehin vorhandenen Lüftern von CPU, Netzteil und Grafikkarte kann hier eine Gehäuselüftung unter Umständen komplett ersetzen.

Verwandte Lösungen

Auch Hersteller bedienen sich gern dem Grundgedanken eines Fanducts, um die Kühlung einzelner Komponenten unabhängig von weiteren Faktoren zu garantieren. So setzen die Referenz-Grafikkartenkühler aller aktuellen High-End-Single-GPU-Grafikkarten auf das „Direct Heat Exhaust“-Prinzip. Bei diesem wird die im Kühlkörper erwärmte Luft durch ein mehr oder minder großes Loch in der Slotblende direkt nach draußen geleitet. Das verhindert sowohl eine Erhitzung anderer Komponenten als auch einen Wärmestau um die Grafikkarte in schlecht belüfteten Komplettsystemen.

Ganz ohne Leiteinrichtung profitieren Wasserkühlungen oder Kühlsysteme in Notebooks von diesen Grundprinzipien. So sieht beispielsweise Corsair für die H50 eine Montage mit von außen ansaugendem Lüfter vor. Neben höheren Gehäusetemperaturen hat dies eine 5 bis 10 K niedrigere CPU-Temperatur zur Folge und sichert so Testsiege. Intels nur im OEM-Bereich in nennenswerter Zahl genutzter BTX-Standard wollte den gleichen Effekt durch eine spezifizierte CPU-Position in der Nähe der Gehäusefront mit Ansaugöffnung erreichen.

Rein oder raus?

Ob ein Fanduct sinnvollerweise Luft zu- oder abführt, hängt stark von der Bauweise des Kühlers und seiner Umgebung ab. Die Abluft eines CPU-Kühlers mit Top-down-Prinzip entweicht in alle nur erdenklichen Richtungen über das Mainboard und lässt sich somit gar nicht einfangen. Angesaugt wird die Luft dagegen in geringer Entfernung zur Seitenwand. Eine einfache Öffnung und ein kurzes Rohr zum Lüfter ermöglichen eine direkte Verbindung zur Umgebungsluft. Tower-Kühler dagegen blasen ihre Luft in Richtung Rückwand. Verhindert man durch ein Fanduct, dass diese vor der Öffnung seitlich ausweichen kann, muss man sie nicht mit einem Gehäuselüfter absaugen.

Bei Grafikkarten ist die Abluftöffnung der Kühler in fast allen Fällen an der Slotblende angebracht, sodass eine kontrollierte Ableitung entweder integriert oder unmöglich ist. Eine gezielte Zuleitung von Luft hat man dagegen letztmalig bei der FX5800 (der „Föhn“) Ultra gesehen, die eindrucksvoll demonstrierte, was passiert, wenn Abluft- und Absaugöffnung zu nah beieinander liegen.

Grafikkarten

Ein Paradebeispiel für den vorteilhaften Einsatz eines Fanducts sind dagegen moderne Karten mit herstellerspezifischem Top-down-Kühler. Diese Bauart ermöglicht die Verwendung sehr großer Lüfter, die für traumhafte Testergebnisse sorgen. Dass die Kühler ihre Abwärme in alle Richtungen blasen, stört auf einem offenen Teststand nicht. In Gehäusen mit schlechter Lüftung oder mit beschränktem

Bonusmaterial

www Bonuscode **27GF**

Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

Platzangebot kann die Leistung dann unerwartet niedrig ausfallen, weil die Karte in ihrer eigenen Heißluft kocht. Abhilfe schafft eine einfache Schachtel unter der Grafikkarte, die über je eine Öffnung zur Slotblende und zum Lüfter verfügt. Sie ermöglicht es dem Lüfter, kalte Luft von hinten anzusaugen, anstatt aufgewärmte aus dem Gehäuse zu nehmen.

Befinden sich unter der Grafikkarte keine Erweiterungskarten, kann alternativ ein Rohr vom Lüfter zu einer Öffnung im Gehäuseboden geführt werden. Dieses Prinzip funktioniert auch bei Grafikkarten mit „Direct Heat Exhaust", die so vollständig vom Luftstrom im Gehäuse entkoppelt sind. Einige kompakte Barebones und Mini-ITX-Gehäuse verfügen aus dem gleichen Grund über Öffnungen in der Seitenwand, die sich hier sehr dicht am Grafikkartenlüfter befindet.

Bauformen

Jede Kombination aus Gehäuse, Mainboard und Grafikkarte beziehungsweise CPU-Kühler ergibt eine andere Kombination von Lüfterposition und Gehäuseöffnung. Entsprechend gibt es am Markt keine fertigen Nachrüstlösungen, aber Eigenbauten lassen sich glücklicherweise einfach realisieren. Das Grundkonzept ist ein Hohlkörper mit zwei Öffnungen – eine am Lüfter, die andere an der Gehäuseöffnung. Eine rechteckige Schachtel oder ein Rohr sind dabei die einfachsten Lösungen. Nur selten führen Platzprobleme im CPU-Umfeld zu komplexeren Konstruktionen mit beispielsweise trapezförmigem Querschnitt.

Querschnitt

Form und Dimensionen müssen dem Platzangebot angepasst werden. Unmittelbar über dem Lüfter reicht bereits eine Höhe, die dem halben Lüfterradius entspricht (2 mal Höhe = Radius), um eine Querschnittsverengung zu vermeiden. Die Zylinderfläche zwischen dem Lüfterumkreis und der gegenüberliegenden Wand des Fanducts (2 mal Höhe mal π mal Radius) ist dann genauso groß wie die Kreisfläche des Lüfters selbst (Radius mal π mal Radius). Auf dem Weg zur Gehäuseöffnung kann die Form beliebig gestaltet werden, eine Querschnittsverengung gegenüber den oftmals großen Lüftern lässt sich meist nicht vermeiden. Allerdings werden große Lüfter verwendet, um möglichst niedrige Drehzahlen zu ermöglichen, nicht weil die benötigte Luftmasse nicht durch eine kleinere Öffnung passen würde.

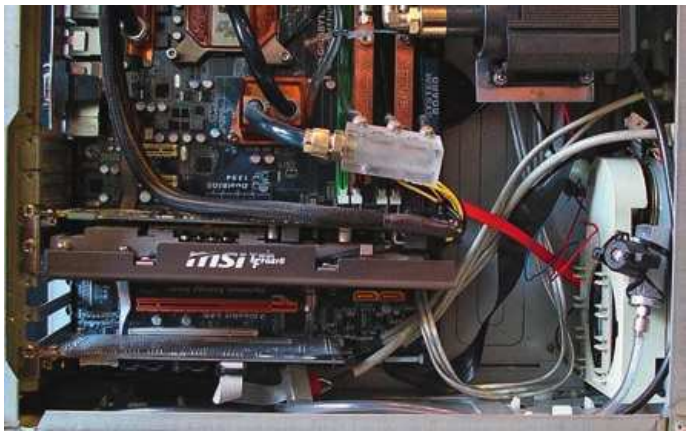
Material

Ein Fanduct kann prinzipiell aus allem bestehen, was bei den Temperaturen in einem PC seine Form behält und vom Erbauer verarbeitet werden kann. Metall bringt jedoch die zusätzliche Gefahr von Kurzschlüssen mit sich. Für erste Tests bietet sich einfache Pappe an, für dauerhafte Installationen hat sich Sperrholz oder – optisch attraktiver – Acrylglas bewährt. Da das Fanduct nur sein Eigengewicht tragen muss, ist die Mindestmaterialstärke nur durch die Verbindungsmethode, das heißt die benötigte Klebefläche, limitiert. Je nach Lüfter kann es sinnvoll sein, zwischen Fanduct und Kühler einen Gummiring zu platzieren, um Vibrationen zu minimieren. Alternativ zu starren Materialien kann man mit Schläuchen arbeiten, die um den Lüfter und einen entkernten Lüfterrahmen an einer Gehäuseöffnung gespannt werden. Die verfügbaren Durchmesser (beispielsweise Abluftschläuche von Wäschetrocknern) sind aber meist nur für kleine Lüfter geeignet und beanspruchen durch den konstant großen, runden Querschnitt viel Platz.

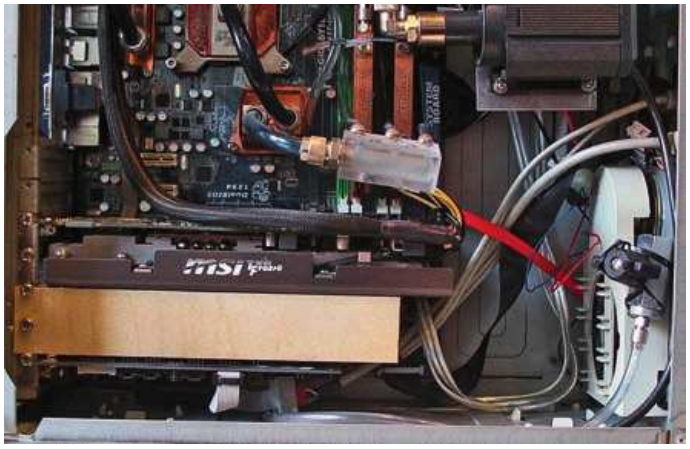
Beispiel

Die MSI N560GTX-Ti Twin Frozr II absolvierte den Belastungstest des PCGH-VGA-Tools auf einem offenen Teststand mit guten 74 °C GPU-Temperatur bei 66 % Lüfterleistung. Für einen Extremtest trat sie in einem System mit extraschwacher Silent-Belüftung noch einmal an. Einflüsse anderer Komponenten wurden durch eine Wasserkühlung und ein extern montiertes Netzteil ausgeschlossen.

Bei 66 % Lüfterleistung werden nach kurzer Zeit die 90 °C überschritten, ein Furmark-Test muss sogar bei >95 °C abgebrochen werden, obwohl die Lüfter mit maximaler Leistung liefen. Der Grund für das schlechte Abschneiden liegt im Aufbau des Kühlers. Der Twin Frozr II lässt seine Abluft größtenteils über die Kartenoberkante entweichen oder bläst sie, entgegen dem Luftstrom des Gehäuselüfters, in Richtung der Gehäusefront. So kommt es schnell zu einem Wärmestau unterhalb der Karte.



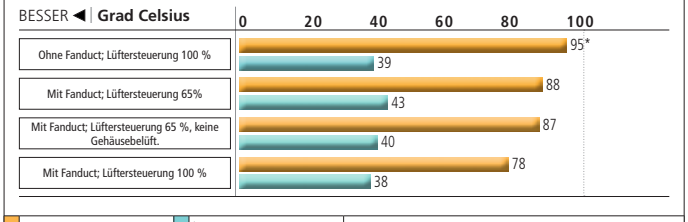
Testsystem ohne Fanduct. Die Karte bläst so viel Warmluft nach rechts, dass der Silent-Lüfter nichts gegen den Wärmestau im unteren Gehäuseteil ausrichten kann.



Testsystem mit Fanduct. Die Gehäusetemperatur wurde auf Höhe der RAM-Module gemessen und war nahezu unbeeinflusst von der Art der Grafikkartenkühlung.

Kühlleistung: Fanduct

Furmark 1.8.2 Xtrem Burning Mode



System: MSI N560GTX-TI Twin Frozr II; zweimal Papst 8412 NGLE mit 33 m³/h; Pentium E5300 @ 3,3 GHz, 2 x 2 GiByte DDR3-1600, Intel P45; Win7 x64 SP1, Geforce 270.61 (HQ) **Bemerkungen:** Angaben auf 20 °C Raumtemperatur normiert. Ohne Fanduct hat der Twin Frozr II im geschlossenen Gehäuse keine Chance gegen die Abwärme. Mit Fanduct sind die Temperaturen besser und unabhängig von der Gehäuselüftung, die zwei 120-mm-Lüftern mit 500 U/min entspricht. *bei 95 Grad Celsius abgebrochen

Mit einem einfachen Fanduct meistert die Karte den Furmark dagegen mit 78 °C. Selbst mit einer reduzierten Lüfterleistung von 65 % werden 87 °C nicht überschritten. Diese Temperatur wird selbst dann gehalten, wenn man die Gehäuselüftung vollständig deaktiviert, auch wenn dies aufgrund anderer Komponenten nicht zu empfehlen ist. *(tv)*

Fazit

Viel Potenzial

Ein Fanduct, das nicht nach Bastelei aussieht, ist eine handwerkliche Herausforderung. Aber eine Temperaturverbesserung um 20 K für wenige Euro Materialwert sollte das Interesse jedes Silent-Fans wecken.

Casemods

Neuigkeiten rund um das Thema Casemodding

Bild: Digital Revolution

Neue Gehäuse

Silverstone und Xigmatek bringen zwei neue Gehäuse mit einer ungewöhnlichen Optik für 115 beziehungsweise 160 Euro heraus.

Das Precision PS06 ist ein schwarzer Midi-Tower mit blauen Zierelementen. Im Deckel gibt es ein Ablagefach und ein Anschlussfeld mit USB-3.0-Anschlüssen. In der Front befindet sich ein 120-mm-Lüfter, im Deckel ein 180-mm-Ventilator. Auf Wunsch können weitere Propeller installiert werden. Das Xigmatek Elysium ist ein Big-Tower mit zwölf frontseitigen 5,25-Zoll-Einschüben und USB-3.0-Ports im Deckel. Intern können bis zu acht 3,5-Zoll-Geräte installiert werden. Im Seitenteil ist ein großer 200-mm-Lüfter vorinstalliert, ebenfalls verbaut sind je ein 140- und ein 120-mm-Ventilator. Das PS06 ist noch nicht erhältlich, aber bei Caseking für 115 Euro gelistet. Das Elysium kostet 160 Euro. *(sw)*

Casemod-Wettbewerb mit Phantom

Mitte April fiel der Startschuss für einen Casemod-Wettbewerb von PC Games Hardware und Caseking mit vier Teilnehmern.

Die vier ausgewählten Casemodder können ihre Vision von einem perfekt gemoddeten NZXT Phantom umsetzen. Alle vier PCGHX-Community-Mitglieder verfolgen jeweils andere Ziele: Fußballfan „Falcony6886“ möchte eine Borussia-Dortmund-Casemod anfertigen, die die für den Bundesligaverein typische schwarz-gelbe Farbgebung aufweist. Casemodder „jackschubi“ plant eine Schrumpfkur, denn er will das Phantom in ein kompaktes Mini-ITX-Gehäuse verwandeln. „Sickpuppy“ setzt auf Weiß und Orange und arbeitet mit Airbrush-Motiven. „Sonic51“ orientiert sich an den Sportwagen des Herstellers Lamborghini und möchte ein interessantes Aussehen unter anderem mithilfe von Lederaccessoires erzielen. Der Wettbewerb läuft bis zum 24. Juni, danach wird die aus Mitarbeitern von PC Games Hardware und Caseking bestehende Jury entscheiden, wer seine als Bewerbung eingereichte Idee am besten umgesetzt hat. Der Gewinner erhält ein Gehäuse, ein Netzteil und eine Lüftersteuerung von NZXT, aber auch die anderen drei Casemodder bekommen Preise. Links zu den Tagebüchern gibt es unter Bonuscode 27GG. *(sw)*

Ein Mini-ITX-Entwurf von „jackschubi“ für das NZXT Phantom

„Falcony6886“ lackiert ein Bauteil.

„Sonic51“ setzt auf roten Lack für Detailverschönerungen.

„Sickpuppy“ hat das Seitenteil stark modifiziert.

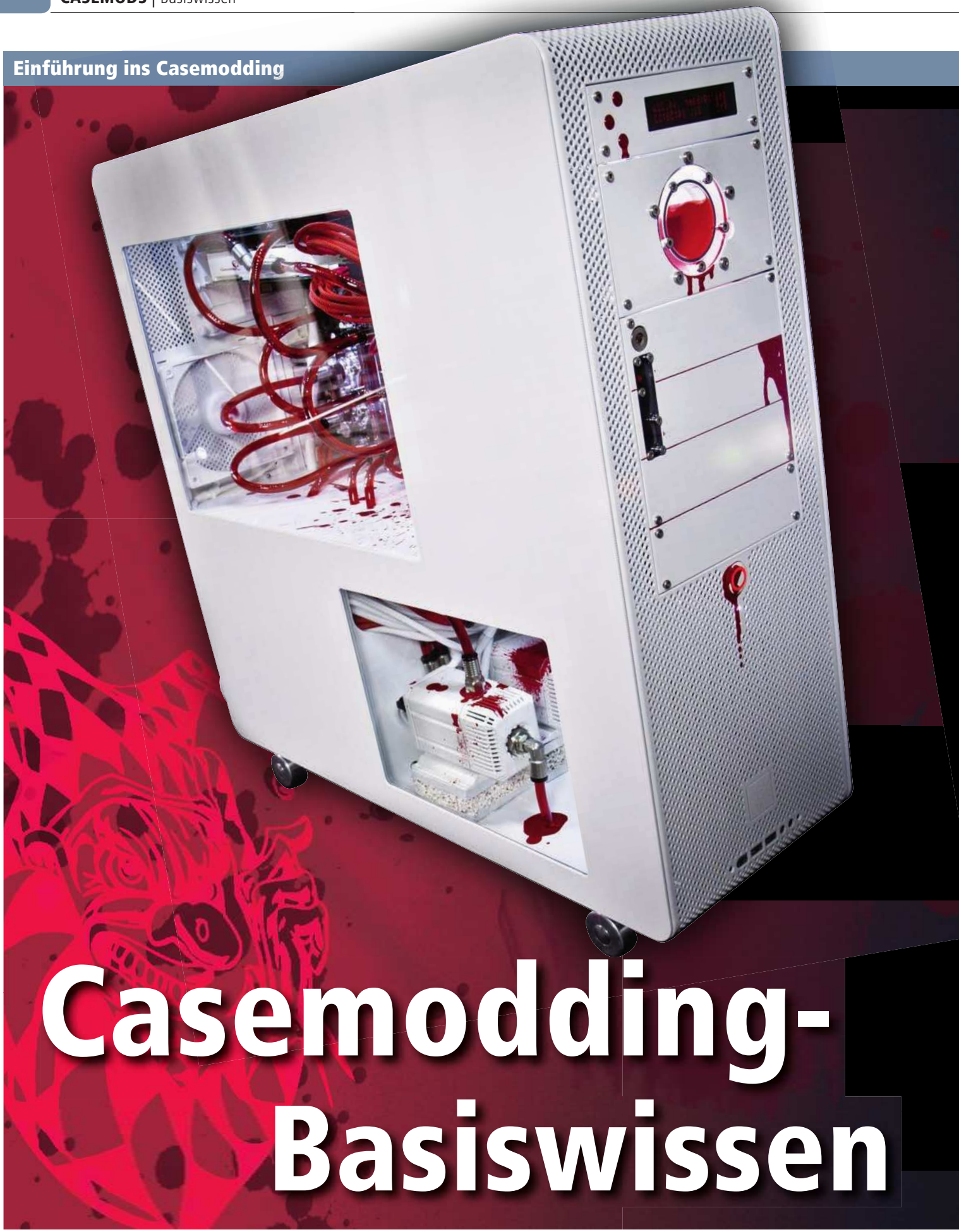
Stimmt für Eure Lieblings-Games ab!

computec MEDIA

DER COMPUTEC GAMES AWARD

www.bamaward.de

Einführung ins Casemodding



Casemodding-Basiswissen

Per Casemodding können Sie aus einem Gehäuse von der Stange ein Schmuckstück machen.

Auf den kommenden vier Seiten werden wir uns etwas näher mit dem Thema Casemodding auseinandersetzen. Wir erklären, welche Möglichkeiten es gibt, ein handelsübliches PC-Gehäuse optisch ansprechend zu gestalten.

Definition

Als Casemodding bezeichnet man jegliche optische Veränderung bzw. Aufwertung von Computergehäusen. Dabei gilt es vor allem, dem Gehäuse eine eigene Note zu geben oder es gar komplett umzugestalten und in seiner eigentlichen Form zu verändern.

Um neidische Blicke zu kassieren, bedarf es heute allerdings weit mehr als dem Modding von vor einigen Jahren. Damals galten Seitenfenster oder Gravuren noch als seltene Eyecatcher, heute werden ganze Gehäuse mittels einer 3D-Software als digitales Modell erstellt und mit hochmodernen Techniken geschaffen.

Entstehung

In diesem Fall können keine genauen Daten oder Personen genannt werden, die für die Erfindung verantwortlich sind. Richtig populär wurde Casemodding durch die Spielerszene, die auf den LAN-Partys mit ihren Werken auf sich aufmerksam machte. Dieser Drang zu etwas Individuellem hat sich rasend schnell verbreitet und mittlerweile findet sogar jährlich auf der Gamescon die DCMM (Deutsche Casemod Meisterschaft) statt, hier können Casemodder ihre Kreationen einer Jury zur Beurteilung präsentieren.

Welche Arten von Casemodding gibt es?

Unterschieden werden zwei Kategorien:

- Casemods (von „case modification“): modifizierte Seriengehäuse
- Casecons (von „case construction“): komplett selbst entworfene und gebaute Gehäuse

Welche Werkzeuge?

Die ersten Arbeiten kann man meist durch einen kurzen Besuch in Opas Werkstatt bewerkstelligen: Mit einer einfachen Stichsäge können zum Beispiel Fenster, die später mit Plexiglas hinterlegt werden, ins Gehäuse geschnitten werden. Ebenfalls sehr wichtig für Modder ist eine kleine Auswahl an Feilen, für den Anfang genügt ein kleines Schlüsselfeilenset. Damit lassen sich Grate und andere Unebenheiten, die durch das Sägeblatt der Stichsäge verursacht werden, bereinigen.

Sollten Sie merken, dass Ihnen das Casemodding großen Spaß bereitet, lohnt sich auf jeden Fall die Anschaffung eines Dremel 300. Der Kostenpunkt liegt bei etwa 100 Euro inklusive eines 100-teiligen Zubehörsets und einer flexiblen Welle. Damit lässt sich schon erheblich mehr machen und die Arbeiten gehen vor allem komfortabler vonstatten. Die flexible Welle eignet sich sehr gut, um Schriftzüge zum Beispiel in Plexiglasfenster zu gravieren. Gravuren können auch seitlich mit LEDs bestrahlt werden, somit entsteht ein netter Leuchteffekt. Für Arbeiten an der Beleuchtung sind ein Lötkolben und einige Meter Lötdraht zu empfehlen.

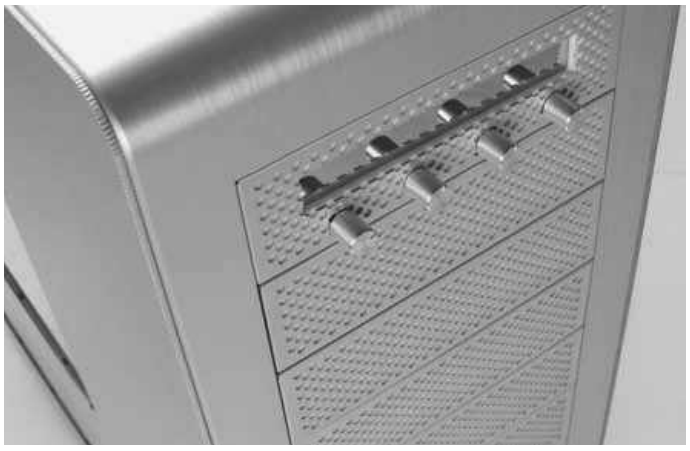
Vom Standard zum Kunstwerk

Sinn und Zweck des Casemoddings ist es, seiner eigenen Fantasie freien Lauf zu lassen. Im folgenden zeigen wir einige beliebte Verschönerungen, die auch mit vergleichsweise geringen Mitteln zu realisieren sind.

Sleeven

Bei dieser Veränderung werden Kabel mit sogenannten Geflechtsschläuchen ummantelt. Gesleevt werden kann praktisch jedes Kabel, das sich im PC befindet. Hierbei gibt es eine große Auswahl an verschiedenen Farben und Größen für die unterschiedlichen Kabeldurchmesser. Dickere USB-Kabel benötigen einen größeren ▷

Gesleevte Kabel gehören in jedes Case eines ambitionierten Casemodders. Schon fast eine Legende im Sleevebereich ist der hochwertige Sleeve von www.mdpc-x.com (Bild).



Äußerlich ist kein Laufwerk mehr zu erkennen, obwohl sich im zweiten und dritten Schacht eines befindet. Öffnen und schließen kann man es über den Arbeitsplatz.

Selbst aufwendige Formen wie in diesem Fall der Schmetterling sind mit viel Geduld und Feilarbeit zu realisieren.

Ein besonderer Eyecatcher sind die Ausgleichsbehälter der Marke FrozenQ, die in geringen Stückzahlen zum Beispiel bei www.caseking.de vertrieben werden.

Sleeveinnendurchmesser als dünne Lüfterkabel. Die Ummantelung wird einfach in der Raupentechnik über das Kabel geschoben und an den Enden mit einem passenden Schrumpfschlauch fixiert.

Falls man nur mal ein Lüfterkabel sleeven möchte, kann man die Pins der Lüfterstecker zum Beispiel mit einer feinen Nadel entfernen. Sollte man sich allerdings dazu entscheiden, ein ganzes Netzteil zu sleeven, wäre es von Vorteil, sich geeignetes Sleeve-Werkzeug anzuschaffen.

Stealthmod

Unter einem Stealthmod („stealth" engl. „verborgen") versteht man die Tarnung eines DVD- oder Blu-ray-Laufwerks. Damit ereicht man, dass die Front des Gehäuses möglichst sauber und eben aussieht. Diese Veränderung findet man häufiger in hochwertigen Aluminiumgehäusen. Hierbei wird die Blende des DVD- oder Blu-ray-Laufwerks entfernt und durch eine Blende im Gehäuselook ersetzt.

Wenn das Laufwerk geschlossen ist, kann man dieses äußerlich nicht mehr erkennen. Einige Casemodder verbauen die Blende derart geschickt, dass sich das Laufwerk durch leichten Druck auf einen Punkt – in der Regel dort, wo vor der baulichen Veränderung der Knopf der Originalblende saß – immer noch von Hand öffnen und schließen lässt.

Bei der Beleuchtung sind dem Casemodder kaum Grenzen gesetzt. Lüfter mit unzähligen Mikro-LEDs und beleuchtetes Acrylglas machen diesen Casemod zu einem Blickfang.

Aufwendige Mehrschichtlackierungen wie in diesem Fall sollten nur von geübten Casemoddern lackiert werden.

Window

Nachdem man das Innenleben seines PCs erst einmal ansehnlich gestaltet hat, möchte man natürlich auch anderen einen Einblick gewähren – und damit kommen wir zum wohl populärsten Casemod überhaupt, dem Fenster.

Ein einfaches Rechteck mit abgerundeten Ecken, hinterlegt mit Plexiglas, wertet jeden noch so langweiligen PC auf und ist innerhalb kurzer Zeit auch für Anfänger zu schaffen. Solche Ausschnitte können zum Beispiel mit einer Stichsäge oder einem Dremel vorgenommen werden. Den Schnittkanten verleiht man mit der Feile den letzten Schliff. Sollte einem dies nicht so perfekt gelingen, muss das Seitenteil nicht gleich zum Altmetall, sondern kann mittels Kantenschutz oder auch Kederband (Kantenschutzprofil) aus dem Modellbau kaschiert werden. Plexiglas kann beispielsweise mit transparentem Silikon von hinten angeklebt werden. Auch Echtglas ist möglich, allerdings in der Verarbeitung wesentlich schwieriger.

Beleuchtung

Auch in diesem Bereich gibt es die unterschiedlichsten Geschmäcker: Die einen mögen es dezent oder gar nicht beleuchtet, die anderen veranstalten wahre Lichtshows in ihrem PC. Besonders beliebt in diesem Bereich sind LED-Produkte, es gibt sie in allen erdenklichen Variationen und Farben. Die Lebensdauer einer LED ist sehr lange und der Stromverbrauch dabei gering.

Wasserkühlung

Immer beliebter werden auch Wasserkühlungen. Früher noch von Silent-Fans und Overclockern vergöttert, sind sie heute auch optische Highlights und aus der Modding-Szene nicht mehr wegzudenken. Von farbigen Schläuchen über bunte Flüssigkeiten bis hin zu chromglänzenden Kühlern ist für jeden Geschmack etwas dabei.

Mittlerweile lassen sich so ziemlich alle Komponenten in einem Computer mit Wasser kühlen. Die Abwärme wird hierbei vom Wasser an einen Wärmetauscher, in Fachkreisen „Radiator" genannt, abgegeben. Je nach zu kühlendem System gibt es diese in unterschiedlichen Größen und Ausführungen. Eine beliebte Größe sind sogenannte „360er-Radiatoren"; diese werden zur Kühlung mit drei 120-mm-Lüftern (3 x 120 = 360) bestückt.

Temperatursensoren an verschiedenen Stellen im Kühlkreislauf messen die Temperatur und können an eine Steuerung wie die „Aquaero" angeschlossen werden. Diese gibt die Daten per USB an den PC weiter, wo sie dann mit einer speziellen Software ausgelesen und angezeigt werden. Hiermit kann man zum Beispiel die Lüfter je nach Temperatur schneller oder langsamer drehen lassen.

Lackierung

Je nach Budget gibt es in diesem Bereich kaum Grenzen. Angefangen von einer einfachen Lackierung mit Spraydosen bis zu einem aufwendigen Airbrush-Kunstwerk ist alles möglich. Als sehr widerstandsfähig und optisch ansprechend hat sich die Pulverbeschichtung bewährt. Bei diesem Beschichtungsverfahren muss der Werkstoff allerdings elektrisch leitfähig sein. Plastikteile können beispielsweise nicht pulverbeschichtet werden.

Wer sein Plastikgehäuse trotzdem lackieren möchte, kann mit gutem Gewissen auch zu hochwertigen Spraydosen greifen. Casemodder verwenden bevorzugt die Dosen aus der Graffiti-Szene, die sich in Modderkreisen etabliert haben. Wer über das nötige Kleingeld verfügt, kann auch zu Zwei-Komponenten-Spraydosen greifen, die eigentlich für den Kfz-Bereich bestimmt sind.

Der Vorteil von Zwei-Komponenten-Lacken liegt hauptsächlich in der besseren Haltbarkeit. Sie sind außerdem bedingt resistent gegen Lösungsmittel wie Benzin. Auch die Oberfläche des Klarlacks wird wesentlich härter und schützt somit besser vor unschönen Kratzern. *(al)*

Fazit

Modding-Basiswissen

Beim Casemodding kann jeder seiner Fantasie freien Lauf lassen. In diesem Bereich kommt es weniger auf High-End-Hardware an, viel mehr zählen noch nicht dagewesene innovative Ideen und eine saubere Umsetzung. Geduld ist der Schlüssel zum Erfolg. Weitere beeindruckende Casemods/Casecons findet ihr unter www.million-dollar-pc.com.

Schritt für Schritt: Schriftzug in Seitenteil

Im Folgenden zeigen wir euch mit einer kleinen, bebilderten Schritt-für-Schritt-Anleitung, wie ihr einen Schriftzug in das Seitenteil Eures PC-Gehäuses schneidet. In unserem Fall haben wir hierzu einfach ein Stück Aluminium genommen, in eurem Fall nehmt ihr natürlich das Seitenteil.

Schritt 1: Planung

Als Erstes klebt ihr am besten Kreppband über das komplette zu bearbeitende Blech. Dies schützt zum einen die Lackierung und erleichtert zum anderen das Aufzeichnen. Danach zeichnet ihr den Schriftzug oder das Muster auf. Bei Buchstaben wie in unserem Fall dem „P“ müsst ihr einen Steg zum Mittelpunkt stehen lassen, andernfalls würde der innere Kreis natürlich herausfallen.

Schritt 2: Ausschnitt

Im zweiten Schritt geht es auch schon mit dem Ausschneiden los. Hierzu nehmt ihr den Dremel mit einer Metalltrennscheibe. Nun schneidet ihr Stück für Stück aus dem Aluminium; passt gut auf, dass ihr nicht über die Kanten schneidet. Hierbei ist es sehr wichtig, dass ihr euch Zeit nehmt und das Ganze in aller Ruhe ausschneidet.

Schritt 3: Unreinheiten beseitigen

Ist das Motiv oder der Schriftzug fertig ausgeschnitten, so entgratet ihr diesen vorsichtig. Gerade die Stellen, an die ihr mit dem Dremel nicht gekommen seid, müsst ihr jetzt mit der Feile bearbeiten. Wenn keine größeren Unebenheiten mehr zu sehen sind, ist auch dieser Schritt geschafft und ihr könnt zu Schritt 4 übergehen.

Schritt 4: Feinschliff

Diesen Schritt müsst ihr nur ausführen, wenn ihr euer Seitenteil nachträglich neu lackieren wollt oder wenn ihr unbehandeltes Blech verwendet habt. In diesem Schritt nehmt ihr das Schleifpapier zur Hand und bearbeitet damit vorsichtig noch mal alle Kanten.

Sollte euer Blech für die anschließende Lackierung noch nicht angeraut sein, könnt ihr das in diesem Schritt direkt miterledigen.

Schritt 5: Lackierung

In unserem Beispiel lackieren wir das Blech mit einer Zwei-Komponenten-Spraydose in der Farbe Elfenbein. Die Zwei-Komponenten-Farbe haftet so gut, dass wir auf eine Grundierung verzichten können. Solltet ihr allerdings normale Spraydosen benutzen, empfehlen wir euch, die Oberfläche zu grundieren.

Beginnend von links nach rechts tragt ihr gleichmäßige Schichten auf, der Sprühabstand sollte wie bei den meisten Spraydosen 20 bis 30 Zentimeter betragen. Nach jeder Schicht solltet ihr das Blech je nach Temperatur 10 bis 60 Minuten trocknen lassen (Wärme verkürzt die Trocknungszeit).

Nach drei Schichten ist in unserem Beispiel jeder Bereich mit Farbe deckend besprüht und man kann zur Klarlackierung übergehen. Mit drei bis vier Schichten Klarlack seid ihr auf der sicheren Seite, der Ablauf ist der gleiche wie bei der Farblackierung. Nun sollte man 12 bis 24 Stunden einplanen, bis der Lack wirklich trocken ist.

Arbeitsmaterial

- Bleistift und Lineal
- Kreppband
- Dremel + Trennscheiben für Metall
- Schleifpapier (Körnung 100)
- Vierkantfeile, Flachfeile, Halbrundfeile

Schritt 6: In Szene setzen

Um den Schriftzug noch besser hervorzuheben, könnt ihr ihn mit verschiedenen Varianten von Plexiglas hinterlegen. In unserem Beispiel verwenden wir schwarzes „High Gloss“-Plexiglas (hochglänzend). Selbstverständlich könnt ihr auch andere Farben verwenden.

Wer möchte, kann auch mattiertes Plexiglas nehmen und es von der Seite mit LEDs zum Leuchten bringen. Dies hat den netten Effekt, dass der Schriftzug wie eine leuchtende Reklametafel aussieht.

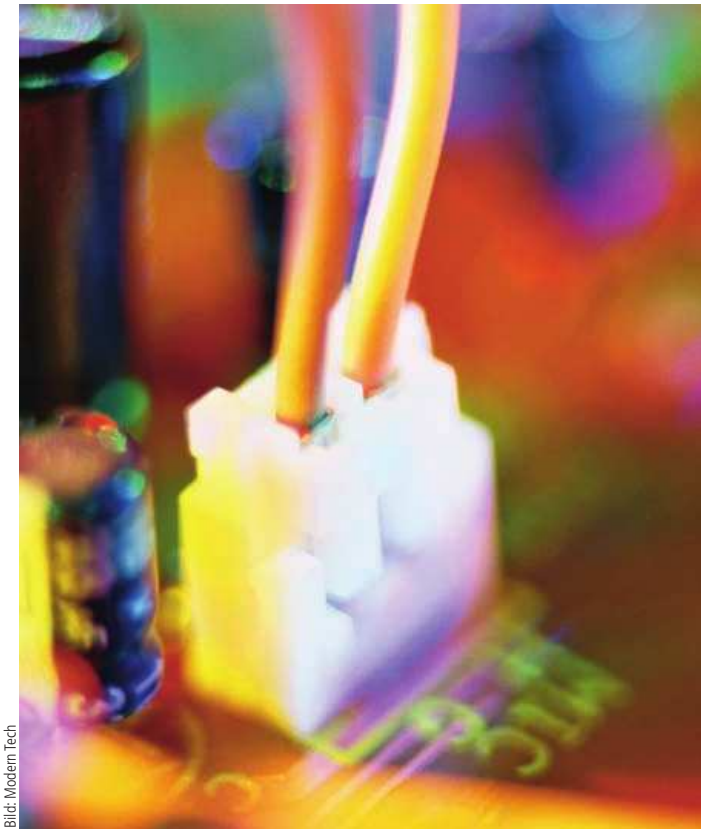
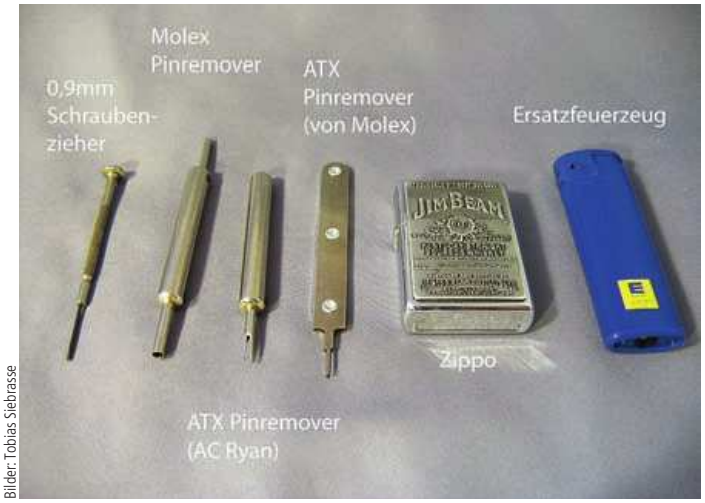
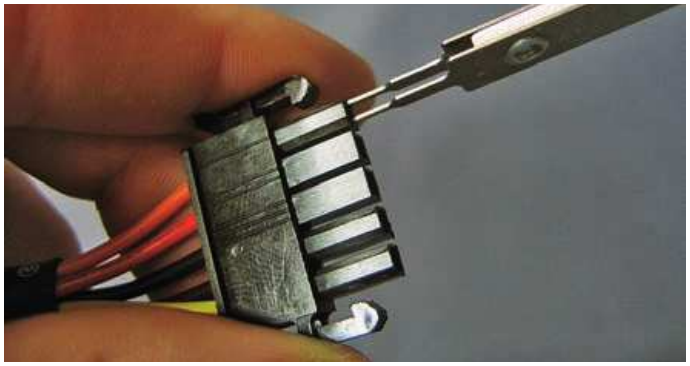


Bild: Modern Tech



Bilder: Tobias Siebrasse

Die benötigten Arbeitsmaterialien zum perfekten Sleeven der Kabel. Ein Heißluftfön eignet sich noch besser als ein Feuerzeug.



Mit dem Pinremover lassen sich die Stecker des Netzteils relativ leicht entfernen.

Kabelummantelung selbst gemacht

Kabel sleeven

Kabelsalat ade! Wir zeigen euch, wie ihr die zahllosen Kabel in Eurem Casemod-Projekt am besten ummantelt.

Es gibt viele Möglichkeiten, seinen PC zu verschönern. Manche beschränken sich darauf, den Innenraum aufzuräumen, andere gehen dazu über, das Gehäuse zu lackieren und zu modden. Geht man noch einen Schritt weiter, wird eventuell auch noch eine optisch ansprechende Wasserkühlung eingebaut. Oftmals stehen die Modder aber vor einem Problem: die vielen bunten Kabel. Sie sind schwer zu verlegen und stören somit das Gesamtbild – besonders, wenn man ein Fenster besitzt, welches Einblick in den Gehäuseinnenraum gewährt. Was also tun? Hier kommt das sogenannte Sleeven ins Spiel. Mit Sleeven ist das Ummanteln von Kabeln mit einem feinmaschigen Schlauch, dem Sleeve, gemeint. Wie das genau funktioniert, erfahrt ihr in diesem Artikel.

Woher kommt das Sleeven?

Das Sleeven oder auch Ummanteln von Kabeln kommt aus der Industrie, wo es die Kabel vor Verschleiß schützen sollte. Im PC hat sich anfangs niemand an den bunten Kabeln gestört, die überall herumhingen, es ging schließlich nur darum, dass der PC läuft. Mit der Zeit hat sich der PC allerdings vom grauen Arbeitsgerät in ein buntes, leuchtendes Designobjekt verwandelt. Der Zubehörmarkt wuchs ständig und es wurden immer neue Möglichkeiten gesucht, den PC zu verschönern. Die Kabel wurden zumindest mit Kabelbindern zusammengebunden, damit sie den Luftstrom nicht mehr behinderten und das Gesamtbild harmonischer wirkte. Aber das Gelbe vom Ei war das noch nicht.

Irgendwann hatte ein findiger Lüfterhersteller die Idee, die Lüfterkabel zu ummanteln und so dem Kabelsalat vorzubeugen; als Nebeneffekt wertete dies die Optik auf. Diese Idee fand großen Anklang und kurz darauf wurden auch Netzteile mit gesleevten Kabeln verkauft. Hier kommen nun die Modder ins Spiel: Oft passt die Farbe des Sleeves nicht, er ist unsauber angebracht, taugt einfach nichts oder ist erst gar nicht vorhanden.

Das Sleeven war geboren

Nun war Sleeven noch lange relativ unbekannt. Es war anfangs nicht sehr weit verbreitet und der „Das muss ich haben!"-Effekt blieb aus. Den Durchbruch schaffte das Sleeven erst mit einigen wunderschönen Casemods. „Fullsleeved" boten sie ein deutlich verbessertes Aussehen, wodurch viele neidisch wurden und auch mit dem Sleeven anfingen. Inzwischen ist das Sleeven von Kabeln in der Moddingszene weit verbreitet.

Was ihr alles braucht

Bevor man mit dem eigentlichen Sleeven loslegen kann, muss man

Was sind Male- und Female-Stecker?

Der Unterschied zwischen „Male"- und „Female"-Steckern ist leicht erklärt. Im Deutschen werden die Male-Stecker einfach als Stecker bezeichnet und die Female-Gegenstücke als Buchsen. Veranschaulicht: Ein Lüfter besitzt eine Buchse und der Anschluss an der Hauptplatine wird wegen der Pins folglich als Stecker deklariert.

sich erst einmal das nötige Werkzeug zulegen. Am wichtigsten sind die sogenannten Pinremover. Sie ermöglichen das Entfernen der Stecker vom Kabel. Dies ist wichtig, da sich der Sleeve normalerweise nicht über die Stecker ziehen lässt.

Es gibt von ihnen zwei verschiedene Arten, den Molex-Pinremover und den ATX-Pinremover. Ersterer ist für 4-Pin-Molex-Stecker geeignet, welche zum Beispiel zur Stromversorgung für PATA-Laufwerke oder Kaltlichtkathoden verwendet werden. Er besitzt zwei Seiten, eine für „Male"-Pins und eine für „Female"-Pins. Wie der Name schon vermuten lässt, ist der ATX-Pinremover für ATX-Stecker gedacht. Also zum Beispiel für das 24-polige ATX-Kabel vom Mainboard oder für die sechs- beziehungsweise achtpoligen ATX-Kabel der Grafikkarte. Für Lüfterstecker und Frontanschlüsse benötigt ihr einen kleinen Schraubenzieher oder etwas Vergleichbares. Notfalls geht auch ein Zahnstocher, aber dieser geht recht schnell kaputt, legt euch also gleich mehrere bereit. Des Weiteren benötigt ihr eine Schere und ein Feuerzeug. Ersteres, um den Sleeve zurechtzuschneiden und Letzteres, um die abgeschnittenen Enden zu verschmoren und den Schrumpfschlauch zu schrumpfen. Ein Heißluftfön wäre noch besser für den Schrumpfschlauch geeignet, aber dieser dürfte nicht in jedem Haushalt zu finden sein. Am besten legt ihr gleich ein zweites Feuerzeug bereit, falls das erste zur Neige geht.

Zu guter Letzt fehlt noch der Sleeve. Hier gibt es eine große Auswahl in vielen verschiedenen Farben. Welche Farbe man bevorzugt, ist jedem selbst überlassen. Allgemein ist der Sleeve von MDPC (www.mdpc-x.com) sehr empfehlenswert. Er franst kaum aus, ist sehr blickdicht und als Bonus verziert MDPC jeden Umschlag mit einer Skizze.

Bezüglich der Beschaffenheit gibt es große Unterschiede. Je blickdichter eine Sorte Sleeve ist, desto einheitlicher sieht das Gesamtbild aus, da die Farben der Kabel nicht hindurchscheinen. Wie ihr herausfindet, wie viel Sleeve ihr braucht, steht im Kasten auf der nächsten Seite.

Lüfterkabel sleeven

Ich empfehle euch, mit den Lüfterkabeln anzufangen, da diese vergleichsweise einfach zu sleeven sind. Es ist sehr empfehlenswert, seine ersten Versuche an einem alten Lüfter zu machen, welchen ihr nicht mehr benötigt, da erfahrungsgemäß das Ergebnis des ersten Versuchs nicht überzeugend ist. Wenn ihr ein Lüfterkabel sleeven wollt, müsst ihr zuerst den Stecker entfernen, da der Sleeve nicht über diesen passt. Dies macht ihr, indem ihr die silbernen Pins oben auf dem Stecker vorsichtig mit einem kleinen Schraubenzieher eindrückt und gleichzeitig vorsichtig am dazugehörigen Kabel zieht. Passt auf, dass ihr nicht zu fest drückt, sonst verbiegt ihr die Pins zu stark.

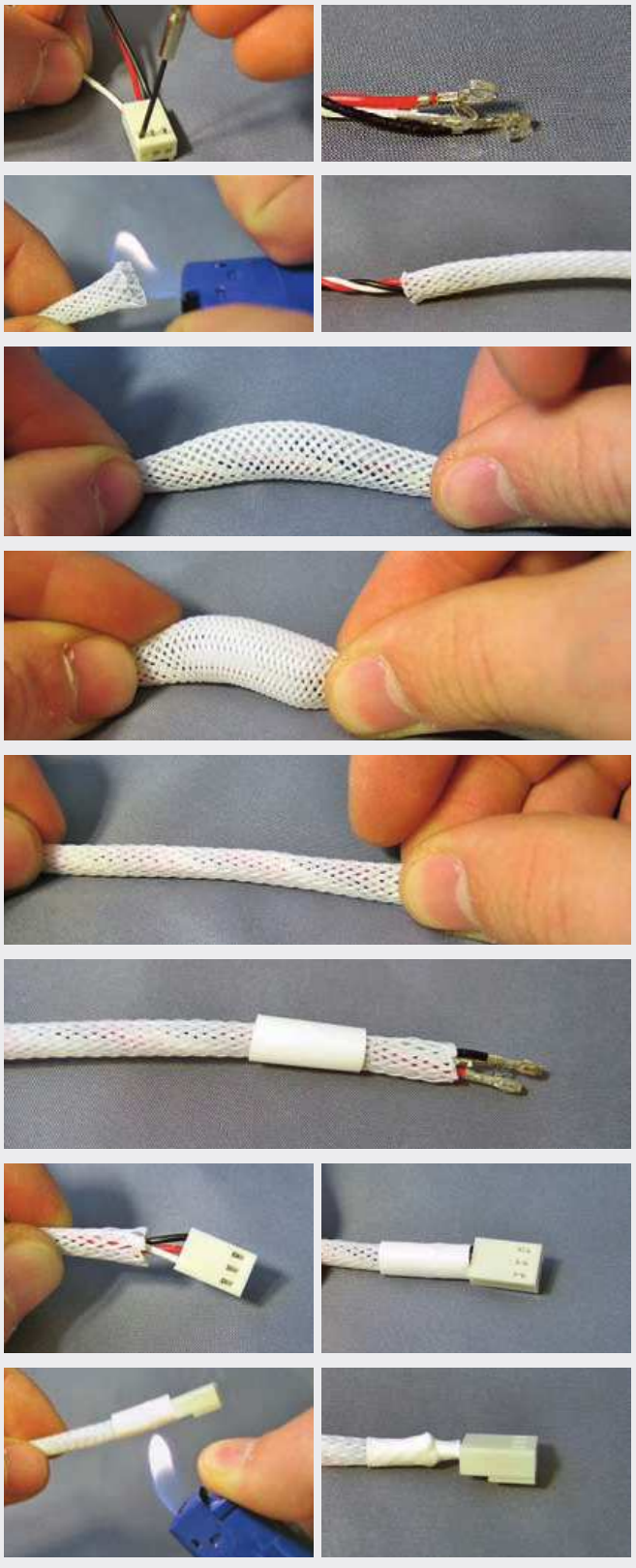
Nachdem ihr alle drei Kabel entfernt habt, müsst ihr sie miteinander verdrillen – das erleichtert das Überziehen des Sleeves. Am besten funktioniert es, wenn ihr den Lüfter irgendwie beschwert, sodass er sich nicht mehr bewegen kann. Dreht nun die Kabel so lange, bis sie gut verdrillt sind und sich nicht mehr voneinander lösen.

Dann messt ihr die Länge des benötigten Sleeves ab. Dieser sollte circa 1 bis 1,5 cm kürzer sein als die Kabellänge ohne Pins. Habt ihr den Sleeve passend abgeschnitten, müsst ihr ihn an beiden Enden mit dem Feuerzeug verschmoren, damit er nicht ausfranst. Haltet hierfür den Sleeve circa 1 Sekunde in die Flamme des Feuerzeuges. Als Nächstes zieht ihr den Sleeve über das Kabel. Schiebt vorsichtig das erste Stück über die Pins und dann Stück für Stück weiter. Irgendwann wird der Widerstand allerdings zu groß, der Sleeve lässt sich nicht mehr bewegen. Hier kommt dann die sogenannte „Raupentechnik" zum Einsatz.

Diese funktioniert wie folgt: Ihr haltet den Sleeve, der sich schon über dem Kabel befindet, mit einer Hand fest, sodass er sich nicht mehr bewegen kann, und schiebt mit der anderen Hand ein bisschen Sleeve von hinten nach. Der Sleeve müsste sich jetzt etwas stauchen. Dann haltet ihr mit der zweiten Hand den Sleeve fest, den ihr soeben heraufgeschoben habt und lasst mit der vorderen Hand los. Der Sleeve sollte sich nun wieder entspannen und sich aus eigener Kraft weiter über das Kabel schieben. Diesen Vorgang wiederholt ihr so lange, bis der Sleeve das ganze Kabel bedeckt. ▷

Der Sleeve-Vorgang inklusive „Raupentechnik"

Obwohl es Sleeves in verschiedenen Größen gibt, ist es oftmals schwierig, diese über die Kabel zu ziehen – insbesondere, wenn es sich um einen Kabelstrang aus mehreren Adern handelt. Die sogenannte Raupentechnik erleichtert das Sleeven. Hierzu haltet ihr den Sleeve mit einer Hand am vorderen Teil des Sleeves fest und drückt mit der anderen Hand weiteren Sleeve auf das Kabel – ohne den Sleeve dabei loszulassen. Nun könnt ihr mit der vorne liegenden Hand den Sleeve leicht über das Kabel ziehen.



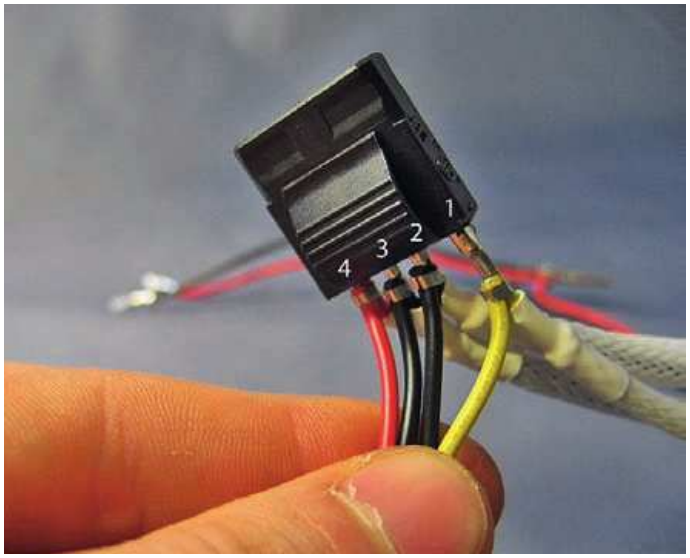
Wie viel Sleeve benötigt ihr?

Die Menge Sleeve, die ihr benötigt, lässt sich nicht pauschal nennen, sondern ist von der Kabellänge abhängig und davon, was ihr alles sleeven wollt. Allgemein könnt ihr die benötigte Menge aber ganz leicht berechnen: Ihr überlegt euch, welche Kabel ihr sleeven wollt, nehmt die Kabellänge mal Anzahl der Adern und addiert das Ergebnis aller Kabel zusammen. Dann solltet ihr vorsichtshalber noch ein paar Meter mehr nehmen, falls ihr euch mal verschneidet. Pro Meter Sleeve empfehle ich euch ungefähr 10 bis 15 Zentimeter Schrumpfschlauch einzuplanen.

Hier ein Beispiel:
24-poliges ATX-Kabel: 50 cm lang
sechspoliges Grafikkartenkabel: 75 cm lang
4-Pin-Molexkabel: 1 m lang

24 x 0,5 m	=	12,0 m
6 x 0,75 m	=	4,5 m
4 x 1 m	=	4,0 m
Gesamt:		20,5 m

Je nach Art des Steckers erleichtern verschiedene Pinremover das Entfernen der Kabel, ohne dabei die Pins zu beschädigen.



Die Reihenfolge, in der die Kabel wieder im Stecker platziert werden, ist sehr wichtig. Bei gleichfarbigen Steckern helfen nummerierte Zettel.

Danach müsst ihr den Schrumpfschlauch, auch „Shrink“ genannt, zurechtschneiden. Hier hat sich eine Länge von 1 bis 1,5 Zentimetern bewährt, allerdings ist es Geschmackssache, welche Länge ihr bevorzugt. Den Schrumpfschlauch könnt ihr einfach mit einer Schere zurechtschneiden. Ihr benötigt für jedes Kabel zwei Stücke Schrumpfschlauch, eines für vorne und eines für hinten. Der Schrumpfschlauch verhindert ein Verrutschen des Sleeves und sorgt dafür, dass die Sleeve-Enden nicht ausfransen können.

Die beiden Stücke Schrumpfschlauch schiebt ihr über den Sleeve und lasst sie erst mal dort. Danach kommt der Stecker wieder drauf, achtet darauf, dass ihr die Kabel in der richtigen Reihenfolge reinsteckt. Die Pins rasten mit einem leisen „Klick“ ein, am besten überprüft ihr noch mal den festen Sitz, indem ihr leicht am Kabel zieht.

Sobald der Stecker fest ist, geht es weiter mit dem Schrumpfschlauch. Ein Stückchen schiebt ihr nach ganz vorne, das andere nach ganz hinten. Der Sleeve sollte ungefähr einen halben Zentimeter vor dem Stecker aufhören. Der Schrumpfschlauch kann den Stecker berühren, dann sieht es am Ende am besten aus, weil keinerlei bunte Kabel mehr zu sehen sind. Sobald alles passt, geht es ans Schrumpfschlauchschrumpfen. Hierfür nehmt ihr ein Feuerzeug, hebt es unter den Schrumpfschlauch und wedelt damit etwas hin und her, damit der Schrumpfschlauch nicht verschmort. Sobald sich der Schrumpfschlauch ordentlich zusammengezogen hat, müsst ihr aufhören, sonst verschmort er und es sieht nicht mehr besonders schön aus. Danach ist es sehr wichtig, den Sleeve strammzuziehen, dies erhöht die Blickdichte und der Sleeve liegt enger an. Nun müsst ihr nur noch den Shrink auf der anderen Seite schrumpfen und schon seid ihr fertig. Falls euer erster Versuch nicht gelingt, lasst euch nicht entmutigen, aller Anfang ist schwer.

Molex-Kabel sleeven

Als Nächstes empfehle ich euch, mit den Molex-Kabeln weiterzumachen. Im Prinzip funktioniert das Sleeven der Molex-Kabel genauso wie bei den Lüfterkabeln. Zuerst muss der Stecker entfernt werden, hierfür verwendet ihr den Molex-Pinremover. Diesen schiebt ihr bis zum Anschlag über den Pin und zieht danach leicht am Kabel. Falls sich das Kabel nicht herausziehen lässt, nicht mit Gewalt ziehen, sondern den Pinremover entfernen und noch mal neu ansetzen. Zieht ihr zu stark am Kabel, reißt ihr es aus dem Pin heraus, der aber weiterhin im Stecker sitzt. Dies wäre sehr ärgerlich.

Nachdem ihr den Stecker entfernt habt, messt ihr wieder die Kabellänge ab und schneidet den Sleeve zurecht – ungefähr einen Zentimeter kürzer als das Kabel. Ihr benötigt ein Stück für jede Ader. Habt ihr den Sleeve in passend große Teile geschnitten und die Enden verschmort, könnt ihr gleich das erste Stück über das Kabel schieben. Es empfiehlt sich, auch hier wieder die Raupentechnik zu verwenden.

Als Nächstes müsst ihr wieder den Schrumpfschlauch zurechtschneiden, zwei Stücke pro Ader. Auch hier empfiehlt sich eine Länge zwischen 1 und 1,5 Zentimetern. Wichtig ist, dass alle Stücke gleich lang sind, sonst sieht es am Ende nicht gleichmäßig aus. Wie schon beim Lüfterkabel schiebt ihr zwei Stücke Schrumpfschlauch auf das Kabel. Achtet darauf, dass der Sleeve nicht bis ganz vorne und nicht bis ganz hinten geht und schiebt dann den Schrumpfschlauch an die Enden. Ihr könnt den Schrumpfschlauch so schrumpfen, dass er ein kleines Stück über dem Pin ist, da er in den Stecker reinpasst. Das sieht am Ende schöner aus als ein Kabel, das trotz der Ummantelung am Stecker sichtbar ist.

Sobald ihr das erste Kabel fertig habt, macht ihr die anderen drei genauso. Wenn alle Kabel mit Sleeves bestückt sind, könnt ihr sie wieder zurück in den Stecker einsetzen. Achtet darauf, sie in der richtigen Reihenfolge zu platzieren. Auch hier solltet ihr euch vergewissern, dass die Pins richtig eingerastet sind. Kleiner Tipp: normalerweise ist Pin 1 gelb, 2 und 3 schwarz und Pin 4 rot.

ATX-Kabel sleeven

Wenn euch das Sleeven der Molex-Kabel gut gelungen ist, könnt ihr euch an die ATX-Kabel wagen. Am besten, ihr fangt mit den sechs- oder achtpoligen an und hebt euch das 24-polige bis zum Schluss auf.

Für die ATX-Kabel benötigt ihr einen ATX-Pinremover. Diesen schiebt ihr, ähnlich wie den Molex-Pinremover, über den Pin. Allerdings besitzt er nur zwei Ärmchen und umschließt deshalb nicht den ganzen Pin. Deshalb müsst ihr darauf achten, ihn richtig herum anzusetzen. Wenn der Stecker „quer" vor euch liegt, sind die Widerhaken links und rechts. Die Ärmchen müssen auf den Seiten sein, auf denen sich auch die Widerhaken befinden. Sehr wichtig ist es auch, dass ihr den Pinremover bis zum Anschlag reindrückt, aber auch nicht zu stark, da die beiden Ärmchen relativ leicht abbrechen und der Pinremover dann kaputt ist.

Wenn der Pinremover richtig platziert wurde, könnt ihr durch sanftes Ziehen das Kabel vom Stecker lösen. Bewegt sich das Kabel nicht, hilft es meist, den Pinremover neu zu positionieren und es noch mal zu versuchen. Wenn ihr alle Kabel entfernt habt, verläuft das weitere Vorgehen analog zum Sleeven der Molex-Kabel. Ihr messt die Kabellänge und schneidet den Sleeve zurecht, einen Zentimeter kürzer als das Kabel lang ist, schiebt ihn über jenes und schneidet euch den Shrink zurecht. Dieser kommt wieder auf das Kabel, zwei Stücke pro Ader, anschließend werden diese mit einem Feuerzeug geschrumpft. Auch beim ATX-Kabel könnt ihr den Shrink ein kleines Stückchen über dem Pin lassen, da er normalerweise auch mit dem Shrink in den Stecker passt.

Nachdem ihr alle Adern gesleevt habt, kommen diese wieder in den Stecker rein. Im Normalfall befinden sich die schwarzen Kabel auf der Seite mit dem Clip und die gelben auf der anderen. Als Krönung kommt nun das 24-polige ATX-Kabel an die Reihe. Hier ist es sehr wichtig, dass ihr euch die Reihenfolge der Kabel merkt. Entweder ihr hängt einfach kleine Zettel an die einzelnen Kabel und nummeriert diese durch oder ihr zeichnet eine kleine Skizze mit den Kabelfarben. Allgemein gilt: Gleiche Farbe bedeutet gleiches Kabel. Also macht es nichts, wenn ihr zwei gleichfarbige Kabel miteinander vertauscht. Das Sleeven an sich läuft beim 24-poligen ATX-Kabel genauso ab wie bei den sechs- beziehungsweise achtpoligen, nur dass ihr hier 24 Adern habt.

SATA-Kabel

Nun fehlt noch das SATA-Kabel. Hierbei muss man unterscheiden zwischen dem SATA-Stromkabel und dem SATA-Datenkabel. Das Stromkabel sleevt sich genauso wie auch Molex- und ATX-Kabel, deshalb wird es nicht noch mal genauer aufgeführt. Allerdings lässt sich der Stecker nicht so einfach entfernen. Jeder Hersteller kocht bei den SATA-Steckern sein eigenes Süppchen und das Entfernen ist von Hersteller zu Hersteller verschieden. Bei einigen kann man die Stecker sogar überhaupt nicht entfernen. Falls ihr Probleme mit dem Entfernen habt, fragt am besten mal im PCGH-Extreme-Forum nach, dort wird euch bestimmt geholfen.

Das SATA-Datenkabel ist ein Sonderfall beim Sleeven. Bei ihm lassen sich die Stecker nicht entfernen, was aber nicht weiter schlimm ist. Da die Stecker nicht sehr groß sind, kann man den Sleeve über die Stecker ziehen. Auch der Schrumpfschlauch passt mit etwas Anstrengung über die Stecker. Diesen lasst ihr am besten ein Stückchen über dem Stecker – das wirkt optisch besser. Passt aber auf, dass ihr das Plastik vom Stecker nicht anschmort, wenn ihr den Schrumpfschlauch schrumpft.

Frontanschlüsse und USB

Als Letztes kommen die Frontanschlüsse und internen USB-Kabel dran. Diese bestehen meistens aus mehreren sehr dünnen Kabeln. Ich empfehle euch, alle Kabel, die zu einem Stecker gehen, zusammen zu sleeven, sonst wirkt es bei Kabeln mit vielen Adern sehr chaotisch. Die Stecker bekommt ihr mit einem kleinen Schraubenzieher ab, ähnlich wie die Lüfterstecker. Achtet aber darauf, dass ihr euch die Reihenfolge der Kabel merkt, sonst habt ihr später ein Problem. Ansonsten läuft das Sleeven wie gehabt ab, Sleeve rüber, Schrumpfschlauch positionieren und schrumpfen. Achtet darauf, dass ihr bei den Frontanschlüssen den Schrumpfschlauch nicht über den Stecker zieht. Die Frontanschlussstecker kommen alle direkt nebeneinander und der Schrumpfschlauch macht die Stecker breiter, sodass sie nicht mehr nebeneinander passen.

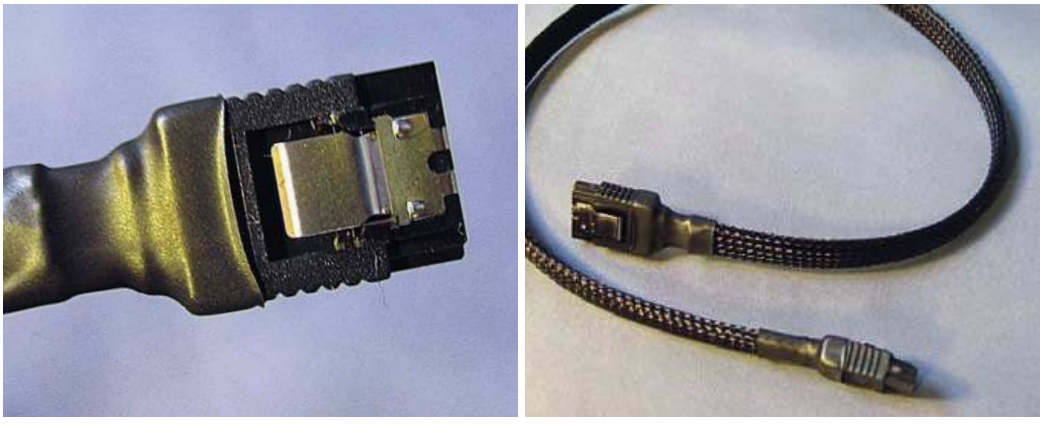
Tipp: blickdichter weißer Sleeve

Insbesondere weißer Sleeve ist nicht hunderprozentig blickdicht. Damit die farbigen Kabel trotzdem nicht sichtbar werden, könnt ihr diese vor dem Sleeven mit weißem Isolierband einwickeln. *(ts)*

Fazit

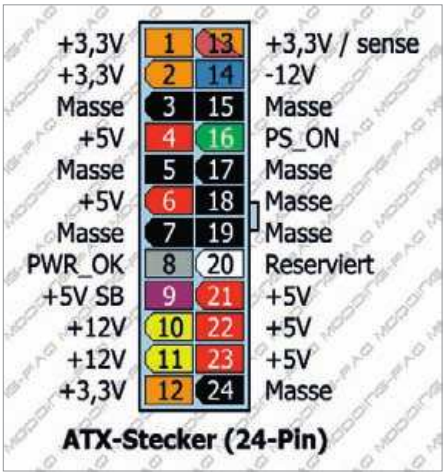
Kabel sleeven

Nachdem ihr diesen Artikel gelesen habt, dürftet ihr in der Lage sein, alle eure Kabel zu sleeven. Falls euch ein Kabel unterkommt, mit dem ihr ein Problem habt, fragt einfach im Forum nach, dort wird euch sicherlich geholfen. Allgemein empfehle ich euch, das gesamte Tutorial zum Sleeven im PCGHX-Forum unter WEBCODE 266U durchzulesen. Dort ist alles sehr viel ausführlicher erklärt und mit deutlich mehr Bildern veranschaulicht. Auch werden dort verschiedene Probleme rund ums Sleeven diskutiert.

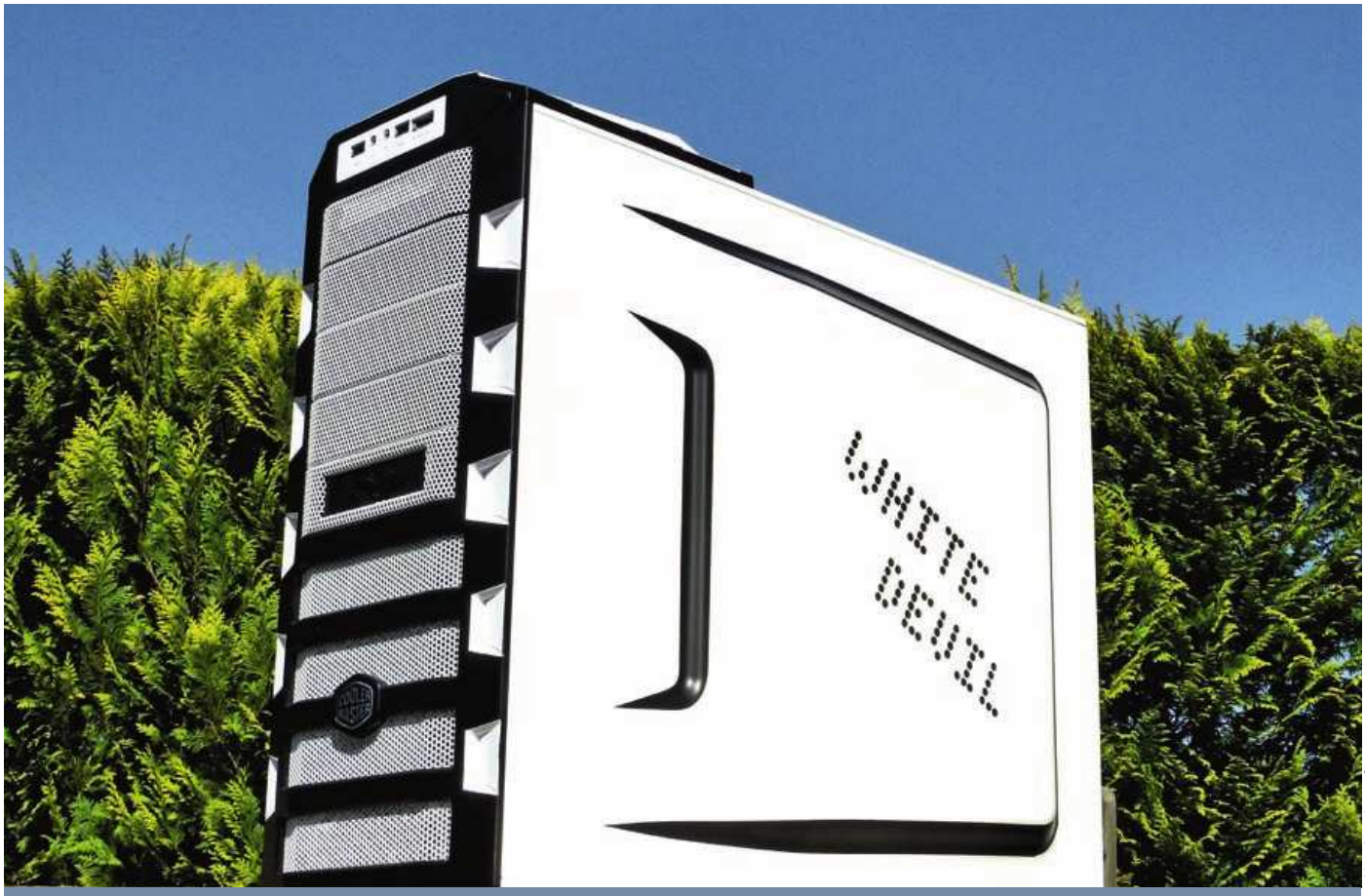


Ein gesleevtes SATA-Kabel: Der Schrumpfschlauch kann stark komprimiert werden.

In diesem Fall wurden alle 24 Adern des ATX-Steckers einzeln mit Sleeve versehen. Ihr könnt auch mehrere Kabel zusammenfassen.



Dieses Schema zeigt die Belegung des 24-poligen Netzteilsteckers.

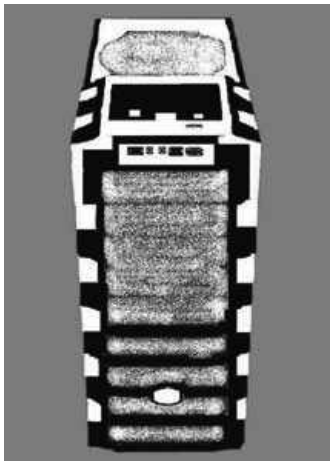


Bilder: Alexander Gnoß

Bau eines schwarz-weißen Casemods

Projekt White Devil

Gehäuse in Schwarz-Weiß: Diese Kontrastlackierung ist auf dem Gehäusemarkt leider kaum zu finden. Zeit für einen Casemod!



Die grobe Anfangsskizze stellte sich als sehr hilfreich heraus, um eine erste Vorstellung von dem späteren Erscheinungsbild zu bekommen.

Kennen Sie das? Sie haben bestimmte Wünsche, wie Ihr späterer PC einmal werden soll. Zunächst einmal muss er natürlich von seinem Design her Ihren Vorstellungen entsprechen. Im vorliegenden Fall gab es für die Hardware-Auswahl die passenden Komponenten, lediglich ein schwarz-weißes Gehäuse fehlte. So entstand „Projekt White Devil“ (vollständiges Tagebuch siehe Bonuscode 27GA).

Bei diesem Casemod war es das Ziel, mit möglichst überschaubarem Aufwand ein optisch ansprechendes Gehäuse für die spätere Hardware zu gestalten. Grundlage musste also ein Case sein, das groß genug für spätere Aufrüstaktionen mit platzraubenden Kühlkonstruktionen war. Stabil genug sollte es sein, um den späteren Qualitätseindruck nicht zu mindern, und die Belüftungsmaßnahmen sollten umfangreich ausgelegt sein, damit auch bei über 30 °C Raumtemperatur kein Hitzestau zu befürchten wäre.

Der erste Schritt auf einem langen Weg

Nach langer Suche fiel die Wahl schließlich auf das Cooler Master Haf 922. Die Optik passte perfekt zu einem später schwarz-weißen Casemod, zwei Lüfterplätze für 20-cm-Ventilatoren sicherten die Kühlung und eine Front aus Mesh-Gitter würde sich eines Tages vielleicht bei einer Innenbeleuchtung gut machen.

Sobald das Grundmodell feststand, wurde eine grobe Skizze angefertigt, anhand derer die spätere Farbgebung zu sehen war. Nachdem der Tower geliefert worden war, konnte die Arbeit dann auch beginnen.

Zunächst wurde das Case komplett zerlegt: Frontpartie und Aufsatzdeckel wurden entfernt, die Festplatten-Schnellbefestigungen sowie die Lüfter wurden herausgenommen, selbst der Powerschalter und die Front-Anschlüsse mussten für die nachfolgenden Arbeiten ihre Plätze verlassen.

Transportschäden

Da ein beschädigtes Gehäuse natürlich keine gute Grundlage für einen

sauberen Casemod bieten kann, wurde das Haf 922 zunächst komplett zerlegt und auf diverse Transportschäden hin überprüft.

Eine verzogene Führung in der Seitenwand musste mittels Zange und eines Kunststoffhammers wieder in ihre Ursprungsform gebracht werden. Außerdem befand sich auf der Gehäuseoberseite eine Delle. Mithilfe eines Schleifklotzes und Schleifpapier mit 120er-Körnung haben wir die Stelle um die Beschädigung herum komplett blank geschliffen (siehe Bild in der Randspalte) und anschließend mit Spachtelmasse und einem Spachtel aufgefüllt. Nach erneutem Planschleifen mit oben genanntem Schleifpapier wurde die ausgebesserte Stelle mit Spritzspachtel abgedeckt, sodass die Beschädigung nicht mehr zu fühlen und zu sehen war.

Der Haftgrund

Glücklicherweise stellte sich die bereits werksseitig vorhandene Pulverbeschichtung als gute Grundlage für spätere Arbeiten heraus, da sie während des Ausschleifens der Beschädigung weder abbröckelte noch abplatzte und gut am Stahl haftete. Trotzdem musste die Fläche für die spätere Farbschicht vorbereitet werden.

Aus diesem Grund wurden alle Metallteile, sowohl die Seitenwände als auch das eigentliche Grundgestell, mit Nassschleifpapier mit 600er-Körnung, einem Schleifklotz und unter Zuhilfenahme von viel Wasser bearbeitet, bis die Materialstruktur der Bauteile nicht mehr zu sehen war und der Glanz der Oberfläche verschwand. Auch die Innenseiten wurden leicht angeschliffen, sodass auch hier später Farbe aufgetragen werden konnte.

Nachdem alles mit einem fusselfreien Tuch abgerieben, mit Druckluft getrocknet und schließlich mit Silikonentferner entfettet war, konnte der Sprüh-Haftgrund aufgetragen werden. Dieser wurde aus etwa 30 Zentimetern Entfernung auf das Bauteil aufgesprüht und sollte die optimale Haftung der eigentlichen Farbe gewährleisten. Da auch hier die einfache Regel gilt, dass mehrere dünne Schichten besser sind als eine dicke, haben wir nach fünfminütigem Auslüften die zweite Grundierungsschicht aufgetragen, sodass ein gleichmäßiger Glanz auf den kompletten Metallteilen zu sehen war.

Aus Schwarz mach Weiß!

Im Anschluss an die Grundierung konnten alle Komponenten etwa einen Tag lang auslüften, bis der Haftgrund trocken genug für die folgende Lackierung war. Doch vorher musste er mit noch feinerem Schleifpapier (800er- bis 1.000er-Körnung) erneut leicht angeschliffen und mit Silikonentferner entfettet werden.

Die Sprühfarbe wurde ähnlich wie die Grundierung im Kreuzgang und in mehreren Schichten aufgetragen. Da das Gehäuse jedoch von Schwarz zu Weiß umgefärbt werden sollte, waren teils drei und mehr Sprühgänge vonnöten, bis die Grundfarbe sowie die gräuliche Grundierung nicht mehr durchschimmerten. Damit die nasse Farbe trotzdem keine Nasen bildete, warteten wir nach zwei Sprühgängen je mindestens einen Tag, bevor wir diese wieder anschliffen und erneut besprühten.

Kleinere Staubkörnchen im Lack wurden schließlich mithilfe von sehr feinen Schleifblüten mit 2.000er- bis 3.000er-Körnung abgeschliffen und mit einer Spezialpolitur (Finish Paste von 3M) poliert, bis sie nicht mehr sichtbar waren.

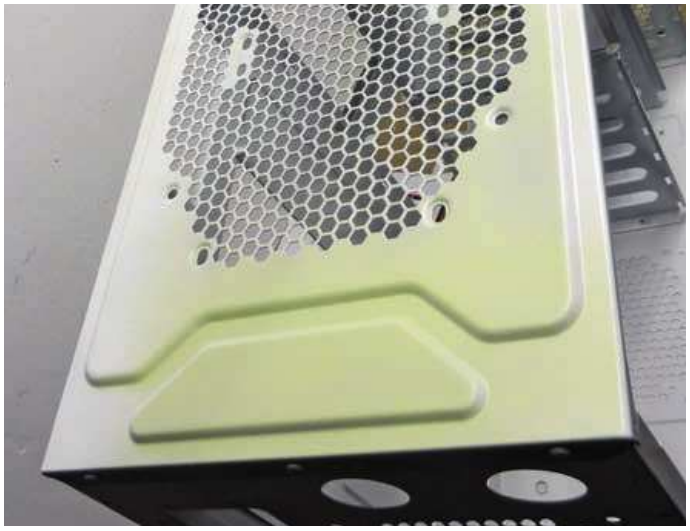
Auf diese Weise wurden zuerst das Grundgerüst und dann die Seitenwände behandelt, bis diese eine gleichmäßig weiße und glänzende Oberfläche ohne jegliche Staubeinschlüsse oder Ähnliches zeigten.

Schriftzug & Zweitfarbe

Um die erste Lackschicht nicht zu beschädigen, ließen wir alle Bauteile mindestens eine Woche lang trocknen, bevor wir die Zweitfarbe auftrugen. Diese große Zeitspanne war nötig, da es sich bei der Farbe um Ein-Komponenten-Acryllack handelte, der ohne Härterzusatz durchtrocknen muss.

Die Zweitschicht wurde aufgetragen, nachdem wir die Einzelteile mit einer neuen, sauberen und scharfkantigen Rolle Abdeckband so abgeklebt hatten, dass lediglich die zu besprühenden Flächen frei blieben. Diese wurden dann erneut mit Schleifpapier (800er-Körnung) bis an die Kanten des Abdeckbands angeschliffen. Große Flächen ▷

Eine Delle an der Gehäuseoberseite trübte das Gesamtbild.

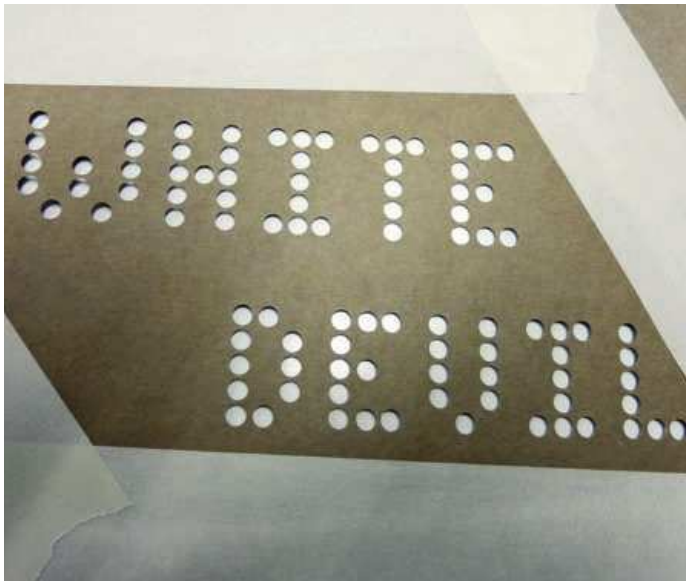


Nach einer Behandlung mit Spritzspachtel war von der Beschädigung nichts mehr zu sehen.

Besonders mühselig war das saubere Abkleben für die spätere schwarze Lackschicht.

Die weiße Farbe musste über eine Woche trocknen, bevor die Arbeit am Bauteil weitergehen konnte.

Um zu vermeiden, dass sich der Sprühnebel auch an anderen Flächen absetzt, wurden diese mit Abdeckband geschützt.



Der Schriftzug wurde in Pappe gestanzt und auf dem Gehäuse befestigt.

wie die Rückseite des jeweils zu besprühenden Gehäuseteils wurden ebenfalls mit Folie/Packpapier und Abdeckband vor Sprühnebel geschützt.

Die schwarze Farbe wurde wie ihr weißes Pendant auf die angeschliffene Fläche aufgesprüht und zum Auslüften beiseitegelegt. Nach etwa 30 Minuten haben wir das Abdeckband vorsichtig entfernt, damit dieses nicht mit seinem Untergrund reagieren und ihn beschädigen konnte.

Für den „White Devil"-Schriftzug an der (von vorne gesehen) rechten Gehäusewand wurde Lochpappe mit ausgestanzten Buchstaben verwendet (siehe Bild). Diese wurde, nachdem die Seitenwand erneut über eine Woche hatte auslüften können, in der richtigen Position befestigt und ebenfalls mit schwarzer Farbe bedeckt.

Unter Zuhilfenahme der oben erwähnten Spezialpolitur haben wir schließlich auch den Sprühnebel, der sich unter der Pappe verteilt hatte, entfernt. So entstand ein sauberes Schriftbild. Um die Kontrastoptik auch auf der Rückseite des Gehäuses fortsetzen zu können, wurden auch die Slotblenden des Towers sowie der Soundkarte entfernt und nach oben beschriebener Vorgehensweise eingefärbt. Genauso verfuhren wir mit den Standfüßen.

Spezialfall: Kunststoff

Die Kunststoffteile am Gehäuse (Aufsatzdeckel und Front-Panel inklusive Slotblenden) zeigten sich beim Farbwechsel etwas hartnäckiger als die restlichen Bestandteile aus Metall. Nachdem erneut die Vorarbeit mit Schleifpapier (400er-Körnung) geleistet und die Teile grundiert und erneut für die nachfolgende Farbe angeschliffen (800er-Körnung) worden waren, benötigten sie bis zu sieben Sprühschichten, die mehrere Tage in Anspruch nahmen, bis der schwarze Untergrund nicht mehr durchschien und die Farbe schließlich von Blau zu Weiß überging.

Lüfter als optische Hilfsmittel

Der Zusammenbau des Rechners verlief wie bei jedem „normalen" PC auch. Jedoch wurde der ehemals in der Frontblende platzierte Gehäuselüfter zusammen mit schwarzen Entkopplergummis an der Seitenwand befestigt, um auch hier einen Kontrast zu bilden und bei laufendem Betrieb den Blick auf den Innenraum zu blockieren. Der schwarze Gehäuselüfter aus der Gehäuseoberseite wanderte in die Front und dunkelt auch hier den Bereich hinter dem Mesh-Gitter zusätzlich ab. Ein weiterer weißer Gehäuselüfter ersetzte das standardmäßig schwarze Pendant, um das Heck heller zu gestalten und die schwarzen Slotblenden von Soundkarte und Co. hervorzuheben.

Während die Seitenwände noch trockneten, konnte das fertig lackierte Grundgerüst wieder zusammengesetzt werden.

Rund 15 solcher Farbdosen wurden für das gesamte Projekt benötigt, was den Umbau zusätzlich verteuerte …

Stealthmod

Da das optische Laufwerk die Gleichmäßigkeit der Gehäuseoptik massiv störte, wurde zusätzlich ein Stealthmod durchgeführt. Durch diese Maßnahme sollte es hinter der weißen Gehäusefront versteckt werden. Dazu haben wir zunächst die Slotblende an der Unterseite mit einer Kneifzange leicht gekürzt und später mit Schmirgelpapier plan geschliffen. Anschließend klebten wir einen doppelseitig selbstklebenden Moosgummistreifen auf die Laufwerksschublade und befestigten ein weiteres Stück Moosgummi auf der Taste für den Öffnungsmechanismus. Zu guter Letzt drückten wir die Slotblende des Gehäuses auf das Moosgummi, bis diese fest saß und das Laufwerk von außen kaum noch zu sehen war. Es kann jedoch weiterhin mit einem leichten Druck auf die Blende geöffnet werden, da sie in direktem Kontakt mit dem Moosgummi auf der Taste des Laufwerks steht.

Eine kostspielige Angelegenheit

Wer einen Casemod durchführen möchte, darf nicht zu wenig Geld einplanen, wie sich schnell zeigte. Rund 15 Acryl-Farbspraydosen (Schwarz, Weiß, Grundierung) à 10 Euro aus dem Kfz-Bereich wurden benötigt, um viele der schwarzen Flächen weiß zu färben. Trotz der Tatsache, dass bis auf die Farbe und das Gehäuse schon alle notwendigen Mittel (Spezialpolitur, Schleifpapier ...) vorhanden waren, stieg der Gesamtpreis für das Projekt (ohne restliche Hardware) auf rund 230 Euro. Ursprünglich geplant war knapp die Hälfte. *(ag)*

Fazit

Es lohnt sich

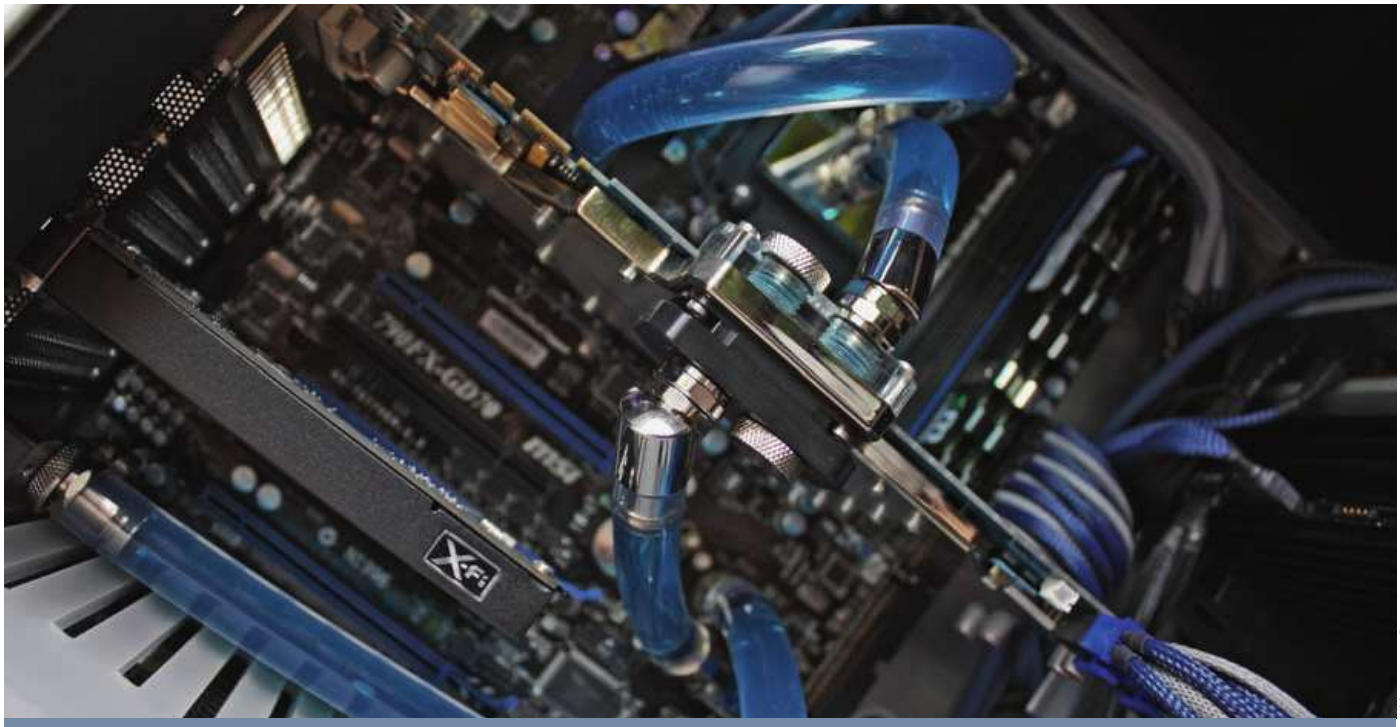
Obwohl es insgesamt viel Arbeit ist, einen eigenen Casemod auf hohem Qualitätsniveau auf die Beine zu stellen, lohnt sich die Arbeit und es kommen völlig neue Gehäuse zustande, die definitiv ihren Wert haben. Lassen Sie Ihrer Kreativität freien Lauf!

Deutlich erkennbar: Die Struktur des Kunststoffes saugte die Farbe auf, sodass viele Lackschichten nötig waren, um ein sauberes Weiß zu erhalten.

Auch durch viele Weiß-Schichten schien der schwarze Kunststoff noch durch: Die Teile schimmerten bläulich.

Fertig getrocknet und poliert, endeten hier die Lackierarbeiten mit einem beeindruckenden Ergebnis.

Mithilfe von doppelseitig klebendem Moosgummi wurde die Frontblende schließlich befestigt und der Casemod war fertig.



Bilder: „Gnome"

Casemod mit Wasserkühlung

„Black loves Aqua"

Das PCGH-Forenmitglied „Gnome" hat mit seinem Casemod-Projekt „Black loves Aqua" einen lang gehegten Traum realisiert: ein nach eigenen Wünschen umgestaltetes Gehäuse mit Wasserkühlung!

Im Februar 2010 startete unter dem ursprünglichen Projektnamen „Black loves Red" der eigentliche Umbau eines Lian Li PC-60FW. In dieser Zeit wurden sämtliche Details wie Sleeves, Wasserfarbe, Lüfter und Licht in der Farbe Rot gehalten. Im August 2010 musste diese Farbe aber einer neuen weichen – das Projekt „Black loves Aqua" entstand. Wie der Name bereits verrät, wird hier die Optik der Wasserkühlung mit blauen Akzenten in den Mittelpunkt gerückt.

Anfänge

Gnome ist seit dem Jahr 2009 stolzer Besitzer einer Wasserkühlung. Nach und nach wurden sämtliche Teile gegen neue ausgetauscht, um die optimale Kühlung der Hardware-Komponenten zu erreichen. Hierbei stand am Anfang der Sinn der Wasserkühlung im Vordergrund: Grafikkarte und CPU vor dem Hitzetod im Sommer zu schützen – denn zuvor gab es diverse Abstürze der Grafikkarte. Nach dem Umbau von Luftkühlung auf Wasserkühlung war dieses Problem jedoch gelöst. Nach und nach wurde dann auch die Optik verbessert. Im Februar 2010 eröffnete Gnome im PCGH-Forum sein erstes Umbautagebuch.

Umbauphase

Nachdem das rote Konzept schnell ausgedient hatte, musste ein neues her. Der Plan war, die Optik der Wasserkühlung noch stärker in den Mittelpunkt zu rücken. Die Lösung war einfach: die Umrüstung von Rot auf Blau. Diese Arbeit packte Gnome sofort an und wandelte den Rechner schon einige Wochen nach der Planung um. Unter anderem zählten neue Noiseblocker-Lüfter sowie gesleevte Kabel in Dunkelblau und Grau zur Umbauphase 2: „Black loves Aqua".

Seit der Konzeptplanung ist die Farbe Blau nun das eigentliche Thema des Projektes. Seitdem wurde ständig am Projekt weitergearbeitet und Details verbessert. Bis zum aktuellen Stand haben sich Wasserkühlungs- sowie Hardwarekomponenten fortlaufend geändert, um das Bestmögliche aus dem Projekt herauszuholen. Lediglich das Gehäuse und die Grafikkarte sind auf dem Anfangsstand. Alle anderen Komponenten wurden mit der Zeit durch neue ersetzt.

Das Gehäuse

Grundlage des Projektes „Black loves Aqua" bildet das Midi-Gehäuse Lian Li PC-60FW, ein vollständig aus Aluminium hergestelltes Gehäuse, das schwarz eloxiert ist. Damit ein 140er-Radiator in die Front passte, musste Gnome den Festplattenkäfig kürzen. So wurden einige Zentimeter des Käfigs abgetrennt und der Radiator konnte fortan in der Front die Hardware-Komponenten zusätzlich kühlen. Ursprünglich wurde das Lian Li PC-60FW mit einem Seitenteil sowie einem Seitenfenster, um die Sicht nach innen zu ermöglichen, ausgeliefert. Im Dezember 2010 tauschte Gnome jedoch das Seitenteil gegen ein neues aus. Dieses besitzt ein Seitenfenster mit Inlay-Ausfräsung. Damit schließt das eingesetzte Plexiglas bündig mit dem Seitenteil ab. Den hinteren Bereich des Gehäuses hat der Casemodder zusätzlich mit Dämmmatten ausgekleidet. Ebenso wurde der Boden damit versehen, um die Pumpe der Wasserkühlung möglichst gut zu entkoppeln.

Die Hardware-Komponenten

Gnome schwört bei seinem Projekt auf AMD und Nvidia. So findet sich hier ein AMD-Phenom-II-X6-1075T-Prozessor auf einem MSI-790FX-GD70-Mainboard. Um grafikhungrige Spiele zu bändigen, wurde eine Sparkle Geforce GTX 285 mit 2 Gigabyte Videospeicher verbaut, die jedoch in naher Zukunft durch eine neue Grafikkarte ersetzt wird. Als Arbeitsspeicher kommen Mushkin-Blackline-Module mit insgesamt 4 Gigabyte Kapazität zum

Die Gehäusefront wird durch den „WATERCOOLED"-Schriftzug besonders betont. Hier spiegelt sich bereits das Thema des Projekts wider.

Acht Luftschlitze in der Front sorgen für eine optimale Luftzufuhr im System.

Einsatz. Neben einer Samsung-Spinpoint-F3-Festplatte mit 500 Gigabyte, die als Datenspeicher verwendet wird, kommt auch eine SSD aus dem Hause Crucial zum Einsatz. Das Modell ist hier die RealSSD C300 mit 128 Gigabyte Speicher. Darauf hat das Betriebssystem Windows 7 Professional 64 Bit seinen Platz. Für besten Klang sorgt eine Creative-X-Fi-Fatal1ty-Soundkarte. Für die ausreichende und zuverlässige Stromversorgung ist ein Seasonic-X-650-Netzteil mit 650 Watt verantwortlich. Dieses punktet vor allem dadurch, dass sich der Lüfter bis 20 Prozent Auslastung nicht dreht.

Die Wasserkühlung im Detail

Damit die Sechskern-CPU stets gekühlt ist, wurde ein EK Water Blocks EK Supreme HF mit vernickelter Oberfläche verbaut. Auch der Grafikkartenkühler der Nvidia Geforce GTX 285 ist vernickelt. Hierbei handelt es sich um einen Aquacomputer AquagraFX GTX 285 Typ 2. Auch die Mainboardkühler, die von Anfi-Tec stammen, sowie die Enzotech- und Bitspower-Anschlüsse mit transparentem Masterkleer-16/10-Schlauch sind vernickelt.

Im Kreislauf der Wasserkühlung sorgt eine Laing-DDC-1T-Pumpe mit einem EK-Waterblocks-Aufsatz dafür, dass das Wasser stets in Bewegung ist. Diese wird zusätzlich durch eine Aquacomputer-Aquaero-4-Pumpensteuerung geregelt. Gekühlt wird das erwärmte Wasser schließlich durch einen Watercool MO-RA 3 mit drei Lüftern mit den Abmessungen 120 x 120 mm. Die Aquaero 4 sorgt für eine angenehme Geräuschkulisse und eine ausreichende Drehzahl der Lüfter. Bis vor dem Umbau im April 2011 kühlte ein 140er-Hardwarelabs-Black-ICE-Radiator zusätzlich die Hardware-Komponenten. Dieser wurde jedoch aus Platzgründen entfernt. Für ein einfaches Befüllen und Entlüften der Wasserkühlung sorgt ein EK-Waterblocks-Ausgleichsbehälter in Form einer Röhre. Dieser besteht aus Plexiglas und Acetal.

Größer, stärker, MO-RA 3!

Da ein 360er-Radiator für die Prozessor-, Grafikkarten- sowie Mainboard-Kühlung nicht mehr ausreichte, musste ein 1080er-Radiator her: der Watercool MO-RA 3. Dieser Monsterradiator bietet aktuell die beste Kühlleistung. Bestückt ist er momentan noch mit drei Noiseblocker-XL2-Lüftern. Hier steht bisher die Optik im Hintergrund. Eine Aufrüstung von drei auf neun Lüfter soll folgen. Um die Optik des Radiators zu verbessern, wurden zwei schwarze MO-RA-3-Classic-Blenden montiert. Der MO-RA 3 wird mittels Koolance-Schnellkupplungen mit dem Rechner verbunden.

Die Gehäusefront

Die Optik der Gehäusefront des Lian Li PC-60FW bereitete mit der Zeit Kummer, denn im Gitter sammelte sich zu viel Staub an. So stand Putzen auf dem Wochenplan. Um das Gehäuse nun einzigartig ▷

Die Plexiglas-Inlayausfräsung schließt bündig mit dem Aluminium des Seitenteils ab.

Der Monsterradiator Watercool MO-RA 3 hält Prozessor, Grafikkarte und Mainboard konstant im kühlen Temperaturbereich.

Mittels Schnellkupplungen werden Radiator und Rechnersystem miteinander verbunden. Dies erleichtert die Schlauchabnahme erheblich.

Über eine Alphacool-Panama-Slotblende wird der Kreislauf innerhalb des Gehäuses geführt. Schlauchschellen verhindern ein Abrutschen des Schlauches.

werden zu lassen, musste eine neue Front her. Wieder wurde gemessen, geplant und gezeichnet – bis das Design feststand: Ein schlichtes Konzept mit acht Schlitzen sowie einem „WATERCOOLED"-Schriftzug sollte umgesetzt werden. So wurde die neue Front dann auch mit Laserschnitten realisiert. Als Ausgangsmaterial diente hierbei schwarz satiniertes Plexiglas mit 3 mm Dicke. Damit der 140x140-mm-Noiseblocker-Lüfter besser zur Geltung kommt, wurde eine weiß satinierte Plexiglasplatte mit einer Dicke von 6 mm mit einem passenden Lüfterausschnitt angebracht. Dazu kamen zwei flexible LED-Leisten mit blauer Beleuchtung, die das weiße Plexiglas perfekt ausleuchten und der Front einen besonderen Effekt verschaffen.

Die Midplate

Damit der Netzteilbereich im Inneren des Gehäuses ein eigenständiger Bereich ist, kommt eine selbst entworfene Midplate zum Einsatz. Diese grenzt den oberen, eigentlichen Bereich vom unteren Netzteilbereich ab. Dabei fand erneut weiß satiniertes Plexiglas in der Stärke 6 mm Verwendung. Hierbei wurden die Luftschlitze von der Gehäusefront für die Fläche beim Netzteil verwendet, damit dieses kühle Luft ansaugen und warme Luft nach oben abgeben kann. Ein weiteres Highlight der Midplate ist der Ausgleichsbehälter der Wasserkühlung, der durch die Platte in den Bereich der 5,25-Zoll-Schächte ragt. Das Seitenfenster mit passendem Ausschnitt gewährt einen optimalen Blick auf die Midplate. Damit auch hier der Wow-Effekt auftritt, wird die Midplate mittels LED-Leisten von der Unterseite her blau beleuchtet. Das Licht wird durch das weiß satinierte Plexiglas optimal verteilt und beleuchtet so weitere Komponenten im Gehäuse.

Probleme

Wie bei jedem Casemodding-Projekt sind auch hier die finanziellen Mittel der limitierende Faktor. Dieser Punkt hat zeitweise auch bei Gnomes Projekt die Hardware und Optik maßgeblich beeinflusst. Teilweise gab es Wochen in der Umbauzeit, in denen keinerlei Veränderungen vorgenommen werden konnten, da Gnome die finanziellen Mittel fehlten. Doch in dieser Zeit wurde trotzdem weitergeplant. Weitere Ideen mussten her, um das Projekt möglichst anspruchsvoll zu gestalten. Das größte Problem während des Projektes allerdings war ein anderes: Staub! Die Komponenten wie Grafikkarte, Soundkarte, Netzteil sowie Lüfter waren ständig dem Staub ausgesetzt.

Deshalb war ständiges Putzen angesagt. Dieses Problem ist jedoch kaum vermeidbar. Eine kleine Abhilfe bot ein Staubfilter, der zusätzlich hinter der Front angebracht wurde. Durch die neue Midplate wurde der Staubbefall sogar noch deutlicher, denn dieser wurde nun beleuchtet, was regelmäßiges Putzen verlangt. Weitere Probleme waren Verunreinigungen im CPU-Kühler, welche zu überhöhten Temperaturen führten, sich auf-

Die Watercool-Blenden für den MO-RA-3-Radiator sorgen für eine verbesserte Optik. Noiseblocker-Lüfter befinden sich auf der gegenüberliegenden Radiatorseite.

Die Optik der Wasserkühlung steht beim Projekt „Black loves Aqua" im Mittelpunkt. Hierbei stechen blaue Akzente besonders heraus.

lösende Schläuche, die innerhalb des Kreislaufes milchig wurden, farbiges Wasser, das beinahe einen Holztisch ruinierte, und so weiter. Das alles schreckte den Casemodder Gnome jedoch nicht von seinen weiteren Vorhaben ab. Für alles gibt es eine Lösung, auch wenn eine davon ständiges Putzen ist!

Das vorzeitige Ende?

Am 30. April 2011 hatte Gnome mit dem größten Problem des Projektes zu kämpfen. Der Albtraum jedes Besitzers einer Wasserkühlung ist deren Undichtigkeit. Durch einen Pumpenausfall der Laing DDC erhitzte sich der gesamte Wasserkreislauf. Druck baute sich innerhalb des Kreislaufes auf und sorgte dafür, dass ein zur CPU führender Schlauch abrutschte, was zum Auslaufen der Flüssigkeit führte. Grafikkarte sowie Mainboard konnten nicht gerettet werden. Durch die Midplate aber wurden weitere Schäden, beispielsweise am Netzteil, verhindert. Doch auch dieser Vorfall schreckte den Casemodder Gnome nicht ab: Trotz des Verlusts von Pumpe, Mainboard und Grafikkarte wird das Projekt weitergehen.

Pläne für die Zukunft

Bevor das Projekt „Black loves Aqua" vollständig beendet ist, muss noch vieles geändert werden. Wegen des Auslaufens der Wasserkühlung müssen Mainboard, Grafikkarte und Pumpe ersetzt werden. Als Mainboard wird momentan das MSI 890FXA-GD70 in Erwägung gezogen, welches SATA 6GB/s besitzt. Dadurch kann die Crucial RealSSD C300 ihre volle Leistung entfalten. Auf eine Boardkühlung wird künftig jedoch aus Kostengründen verzichtet. Als Grafikkarte wird eine EVGA GTX 570 ihren Platz im Projekt finden. Diese wird mit einem Wasserkühler von EK Waterblocks versehen, der aus Acetal und vernickeltem Kupfer besteht und so für optimale Kühlung sorgt. Als Pumpe wird erneut eine Laing DDC den Kreislauf in Bewegung halten.

Damit die Aquacomputer Aquaero 4 bei zu niedriger Pumpenleistung zukünftig eine Warnung ausgibt, wird zusätzlich ein Durchflussmesser in den Wasserkreislauf eingebunden. Weitere Pläne sind das Erweitern der Lüfter auf dem Watercool-MO-RA-3-Radiator, eine Abdeckung für die Soundkarte sowie eine bessere Ausleuchtung der Midplate. Das wichtigste Vorhaben jedoch ist ein Umbau von der blauen Beleuchtung auf eine RGB-Beleuchtung. Wann genau die Fertigstellung des Projektes erfolgt, steht allerdings noch in den Sternen. *(ca)*

Fazit

Danke

Während der Bauzeit zum Projekt „Black loves Aqua" nahm die PCGH-Community einen wichtigen Stellenwert ein. Die Community gab bisher viel Kritik und Motivation, wodurch das Projekt zu dem geworden ist, was es aktuell ist. Daher ein großes Danke an die gesamte PCGH-Community für diese Unterstützung!

Eine weiß satinierte Midplate grenzt den zu kühlenden, oberen Bereich vom unteren Netzteilbereich ab.

Zu den vernickelten Enzotech-Anschlüssen verwendet Gnome einen Schlauch im 16/10-Format.

Erst bei Nacht wird die Midplate des Projektes zum Eyecatcher. Blaue, flexible LED-Leisten sorgen für eine angenehme Beleuchtung.

Die Front des Projekts wird durch die blaue Beleuchtung zusätzlich betont. Dadurch sticht auch der „WATERCOOLED"-Schriftzug heraus.

Bonusmaterial

Video auf Heft-CD:
Der Wall-E-Reloaded-PC im Betrieb

Wall-E Reloaded

Casemod-Tagebuch des Wall-E-PC mit Spezialeffekten

Wie das Projekt „Wall-E Reloaded" entstand, berichtet „thechoozen" von der Casemod-Community „Babetech" im folgenden Artikel.

Nachdem wir in der Vergangenheit bereits mehrere Wall-E-PCs und -Spielekonsolen gebaut hatten, die aber allesamt ohne Spezialeffekte auskommen mussten, wollten wir diesmal etwas mehr. Daher war uns von vornherein klar, dass dieses Projekt mit viel Elektronik und Liebe zum Detail ausgestattet werden würde, was natürlich eine intensive Vorplanung voraussetzte.

Als unsere Planungsphase dann abgeschlossen war, standen folgende Punkte fest:

- Der Körper wird im Gegensatz zu seinen Vorgängern aus einer Metallplatte geformt.
- Der komplette PC wird über einen Kettenantrieb beweglich sein (gesteuert über Fernbedienung + Arduino).
- Die Arme und eventuell der Kopf sollen beweglich sein.
- Es wird Mini-ITX-Hardware zum Einsatz kommen.

Mit diesen ersten Punkten auf unserer Liste machten wir uns dann an die Arbeit. Wie die aussah, sehen Sie in diesem Artikel.

Der Torso

01 Angefangen haben wir mit dem Torso; da wir den Körper schnell für weitere Detailarbeiten benötigten, machten wir uns zunächst daran, die genauen Abmessungen für die Front beziehungsweise die beiden Seitenteile auf eine Blechplatte zu übertragen. Anschließend ging es mit dem Ausschneiden weiter, was wir mit einer Blechschere erledigten. Mit dem ausgeschnittenen Blechteil in der Hand ging es direkt weiter an die Kantbank, um dort die benötigten 90-Grad-Winkel in die Platte zu kanten.

Nachdem wir nun also Front und Seitenteile grob vorbereitet hatten, zeichneten wir die restlichen Einzelteile für Deckel, Boden und Rückwand auf und schnitten diese aus. Danach mussten wir einige Verbindungsmöglichkeiten schaffen, um die Einzelteile später auch miteinander verschrauben zu können. Daher entschlossen wir uns, einige Aluminiumprofile von innen im Gehäuse zu befestigen, sodass wir den Deckel später darauf aufsetzen und verschrauben konnten. Für die Rückwand hatten wir bereits passende Winkel in die Seitenteile mit einarbeiten können, daher mussten wir hier lediglich einige Löcher bohren. Der Bodenteil wurde wie der Deckel mit einigen Aluwinkeln am Torso verschraubt. Schließlich hatten wir einen geschlossenen Kubus vor uns.

1 Rohmaterial für den Körper

2 Front und Seitenteile fertig abgekantet

3 Die Bodenplatte

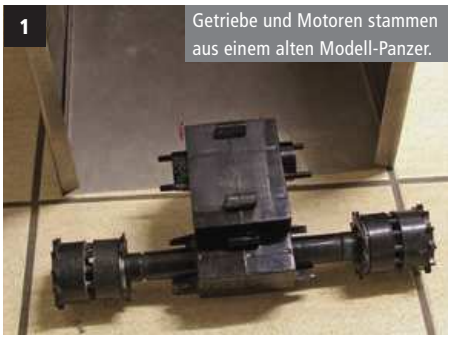
4 Aluwinkel dienen als Auflagefläche für das Oberteil.

5 Der rohe Körper

Die Antriebseinheit

02 Nachdem wir den rohen Blechkubus in den Händen hielten (Abmessungen etwa 28,5 x 29 x 28,5 cm/B x H x T), konnten wir den nächsten Schritt vorbereiten: das Fahrgestell zu integrieren. Der Antrieb für unseren Wall-E sollte mitsamt seinem Getriebe von einem alten Modell-Panzer übernommen werden, den wir noch von einem anderem Projekt herumliegen hatten. Das bot gleichzeitig den Vorteil, dass wir die zugehörige Elektronik und damit auch die Fernbedienung später problemlos nutzen konnten, um den Wall-E fahren zu lassen. Zwar sollte der Antrieb auf der Bodenplatte montiert werden, allerdings wurden hierfür noch einige Änderungen am restlichen Körper notwendig. Daher markierten wir erst einmal alle Ausschnitte auf der Bodenplatte und den Seitenteilen, um diese dann möglichst schnell mithilfe des Dremels entfernen zu können.

Anschließend konnten wir dann den Antrieb mitsamt seinem Getriebe testweise auf der Bodenplatte befestigen.


1 Getriebe und Motoren stammen aus einem alten Modell-Panzer.

2 Für die Aufnahme der Motoren musste die Bodenplatte natürlich noch modifiziert werden.

3 Die Antriebseinheit testweise montiert

Achsen und Kettenantrieb

03 Mit der Motor-/Getriebeinheit auf der Bodenplatte konnten wir nun direkt Maß nehmen. Wir ermittelten, um wie viele Zentimeter die Achsen der Getriebeinheit verlängert werden mussten, damit wir die Ketten für den Fahrbetrieb außerhalb des Cases montieren konnten.

Zur Verlängerung der Achsen bohrten wir dann mit einem Topfbohrer einige Plexiglaskreise aus, die miteinander verklebt wurden.

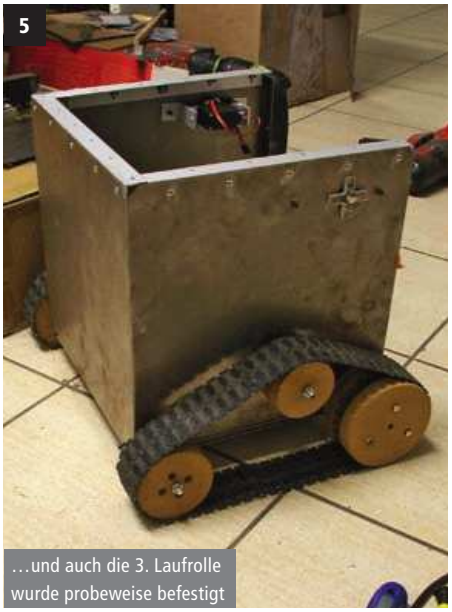
Anschließend konnten wir die Abstandshalter als Verlängerung auf die Originalachsen aufsetzen, sodass die Achsen anschließend bis zu den Seitenteilen reichten.

Als Nächstes sägten wir einige Holzkreise in drei verschiedenen Größen aus, die uns später als Laufrollen und Führung für den Kettenantrieb dienen sollten. Jeweils zwei Rollen in der gleichen Größe wurden dabei mit einem Abstandshalter kombiniert; so würde die Kette später problemlos über die Rollen laufen, ohne irgendwo Probleme zu verursachen.

Außerdem haben wir an den entsprechenden Stellen Löcher in den Metallkubus gebohrt, damit wir anschließend testweise auch die Achsen mit acht Millimeter langen Schrauben befestigen konnten. ▷

1 Damit sich unser Wall-E später auch vorwärts bewegen kann, benötigten wir passende Rollen für einen Kettenantrieb …

3 Die so entstandenen Laufrollen wurden montiert


5 …und auch die 3. Laufrolle wurde probeweise befestigt

2 … also wurden erst mal einige Kreise aus MDF ausgesägt.

4 Die Kette wurde in der Länge angepasst und testweise montiert…

Hals und Augen

04 Weiter ging es mit Hals und Augen; diese sollten später auf dem Deckel platziert werden und zusätzlich über einen Servomotor bewegt werden können.

Die Einzelteile des Halses wurden zunächst auf ein Stück Plexiglas übertragen und danach mit einer einfachen Metallsäge ausgesägt. Die Teile wurden anschließend mit den benötigten Bohrungen versehen, um auch die Augen anbringen zu können und das Ganze auf dem Servo zu montieren.

Nachdem alle Löcher zusätzlich mit Gewinden versehen waren, setzten wir den Hals testweise zusammen, sodass wir einen Eindruck von der späteren Größe gewinnen konnten.

Weiter ging es mit den Vorbereitungen für die Augen, die wir aus mehreren Lagen MDF (Mitteldichte Holzfaserplatte) zusammensetzen wollten. Also haben wir die Augenform mitsamt der Innenkonturen auf MDF übertragen, sodass wir anschließend mit einem Dremel mit Fräsaufsatz das Innenleben formen konnten. Abschließend wurden die Außenkonturen ausgesägt.

1 Der Halsansatz wird später mit einem Servomotor verbunden, der die Bewegung ermöglicht.

2 Die Augen wurden aus zwei Lagen MDF ausgesägt.

3 Anschließend haben wir die Augen am Hals befestigt und beides auf dem Körper platziert, um zu überprüfen, ob die Größenverhältnisse auch wirklich passen.

Die Arme

05 Da wir die MDF-Platte ohnehin griffbereit hatten, machten wir uns gleich daran, die Oberarme ebenfalls zu übertragen, damit wir diese anschließend aussägen konnten. Die vier MDF-Vierecke wurden dann paarweise mit etwas Holzleim verklebt.

Danach haben wir zwei Plexiglasstäbe (Durchmesser: 25 Millimeter) eingekürzt und angebohrt. Die Plexistäbe sollten uns als Unterarme dienen.

Da wir jedoch aufgrund der Größenverhältnisse bei unserem Wall-E einen relativ dicken Durchmesser für den Plexistab wählen mussten, hatten wir ein Problem bei der Befestigung, da wir ein so großes Loch nicht ohne Probleme bohren konnten.

Also haben wir einen etwas dünneren Stab (zwölf Millimeter) in dem vorgebohrten 25-Millimeter-Stab verklebt, um diesen dann im Oberarm fixieren zu können.

Die Oberarme haben natürlich ebenfalls passende Bohrungen erhalten, sodass wir die Unterarme einfach einstecken und über eine seitlich angebrachte Schraube sichern konnten.

1 Die beiden Plexiglasstäbe, die den Unterarm bilden

3 Der Oberarm wurde wie die Augen aus zwei Lagen MDF ausgesägt.

5 Ober- und Unterarm kombiniert

2 Diese werden in der Länge angepasst und mit einem Gewinde zur Sicherung im Oberarm versehen

4 Die Arme werden mithilfe einer Spacerplatte mit einem Servo verbunden.

Hände

06 Nachdem die Arme vorbereitet waren, machten wir mit den zugehörigen Händen weiter. Die benötigten Einzelteile wurden wieder auf etwas Plexiglas übertragen und anschließend ausgeschnitten, damit wir sie im nächsten Schritt erhitzen und etwas biegen konnten.

Für den inneren Teil der Hände haben wir ein paar Plexiglasvierecke ausgesägt, um danach die Arme auf die Montage der Hände vorzubereiten.

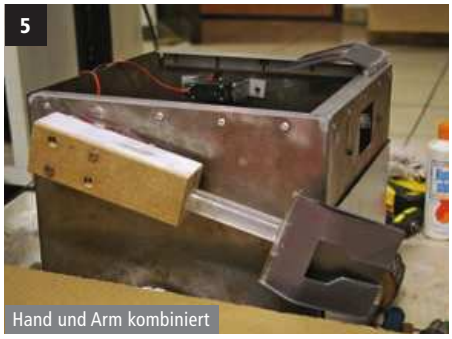
Auf den gebogenen Teilen der Hände haben wir ein Eigenbau-Gelenk, bestehend aus drei Plexiglasröhrchen, einer Gewindestange und zwei Muttern, befestigt, was dafür sorgt, dass sich die Hände beim fertigen Wall-E-Mod öffnen und schließen lassen.

1
Die Hände wurden aus einem Stück Plexiglas ausgesägt.

2
Anschließend überprüften wir wieder die Größenverhältnisse ...

3
... und bogen danach die Hände zurecht.

4
Die Unterarme mussten noch zurechtgeschliffen werden, damit wir die Hände befestigen konnten.


5
Hand und Arm kombiniert

6
Das Gelenk für die Hand besteht aus drei Plexiglasröhrchen, einer Gewindestange und zwei Muttern.

Spezialeffekte

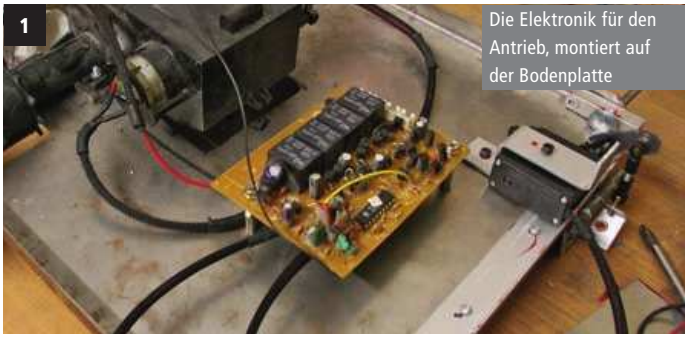
07 Nachdem die Arme vorbereitet waren, konnten wir uns anschließend langsam der Elektronik zuwenden und einen ersten Testlauf der einzelnen Komponenten vorbereiten.

Zunächst mussten dafür die verschiedenen Servos und Motoren testweise verkabelt und eingebaut werden. Das half uns aber auch dabei, den ersten kleineren Fehlern auf die Schliche zu kommen.

Nach einem ersten kurzen Testlauf konnte es mit etwas Feintuning weitergehen. Die Elektronik musste an der einen oder anderen Stelle überarbeitet werden, was aber schnell erledigt war.

Als Hirn beziehungsweise zur Steuerung der Servos verwendeten wir einen „Arduino Duemilanove", der uns neben der Schnittstelle zum PC auch die benötigten Ein- und Ausgänge bot, die wir zur Ansteuerung der Servos benötigten. Lediglich für den Fahrbetrieb setzten wir auf eine separate Lösung (die Original-RC-Platine), da wir so einen kompletten Neuaufbau vermeiden konnten.

Außerdem wurde es so möglich, eine Fernbedienung zu nutzen. ▷


1
Die Elektronik für den Antrieb, montiert auf der Bodenplatte

2
Die Elektronik für die restlichen Bewegungen, montiert auf der Innenseite des Deckels

Ein Display muss her!

08 Für die Front unseres kleinen Freundes haben wir uns ein weiteres Gimmick überlegt: Im Film verfügt Wall-E über ein kleines Display in der Front, was unter anderem den Ladestand seiner Batterien anzeigt.

Wir überlegten einige Zeit, wie wir dieses Display realisieren könnten, bis wir uns schließlich entschieden, einfach ein altes Handy einzusetzen. Also wurde kurzerhand ein altes HTC Magician testweise angehalten – und die Größe passte perfekt.

Anschließend haben wir die Fläche auf der Front markiert, auf der das Display platziert werden sollte. Danach schnitten wir mit dem Dremel einen passenden Ausschnitt in die Front. Natürlich musste das Telefon auch irgendwie hinter diesem Ausschnitt befestigt werden. Daher sägten wir als Nächstes zwei kurze Stücke von einer Aluflachstange ab und brachten sie mithilfe der Kantbank in die benötigte Form.

Die beiden Teile wurden dann mit ein paar Löchern versehen und miteinander vernietet. Das Ganze wurde dann im Case hinter dem Ausschnitt befestigt, sodass wir das Handy einfach hineinstecken konnten.

Neben der Anzeige des Ladestatus soll das Telefon später eine kurze Animation abspielen und regelmäßig Soundfiles von sich geben, damit der Wall-E auch eine Stimme bekommt.

Darüber hinaus wird es später möglich sein, den Windows Desktop auf dieses Display zu erweitern, um Letzteres auch zur Anzeige anderer Informationen nutzen zu können.

1 Der Ausschnitt für das Frontdisplay wurde auf das Blech übertragen.

2 Für das Display musste noch eine Halterung hergestellt werden, die wir aus einem Blechstreifen geformt haben.

3 Nachdem der Ausschnitt für das Display hergestellt war, haben wir das Ganze getestet.

Vorbereitungen für die Hardware

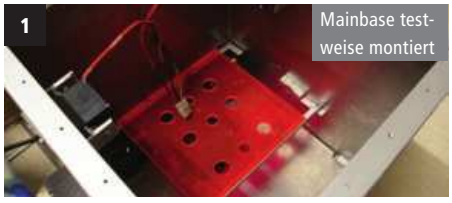
09 Natürlich sollte unser Wall-E nicht nur ein schönes Spielzeug werden, sondern auch ein voll funktionstüchtiger PC. Daher wurde es nun Zeit, die Hardware einzuplanen.

Im nächsten Schritt mussten wir daher eine Basis herstellen, die uns zum einen die Möglichkeit bot, ein Mini-ITX-Mainboard darauf zu befestigen, auf der anderen Seite aber so klein wie möglich war.

Daher markierten wir auf einem Stück Plexiglas die benötigte Platte, um sie dann auszusägen. Zusätzlich wurden einige Aluminium-Vierkantrohre auf Maß gebracht, die uns später als Träger für die Mainbase im Inneren des Cases dienen sollten.

Nachdem wir die Basis ein erstes Mal provisorisch eingesetzt hatten, konnten wir auch die benötigten Ausschnitte für die Rückseite des Cases anzeichnen. Die Rückwand war dann auch unser nächstes Opfer, das anschließend mit dem Dremel Bekanntschaft machen musste.

Nachdem der Ausschnitt in der Rückwand gemacht war, setzten wir das Ganze testweise zusammen, um die nächsten Positionen für die Laufwerke (HDD, SSD und DVD) sowie den DC/DC-Wandler festlegen zu können.


1 Mainbase testweise montiert

2 Die Mainbase wurde aus einer Plexiglasplatte hergestellt und über einige Vierkantprofile mit dem Gehäuse verbunden, was zusätzlich das gesamte Gehäuse versteift.

3 Die Ausschnitte für die Rückwand wurden direkt auf das Blech übertragen.

4 Anschließend wurden die Öffnungen mit dem Dremel herausgesägt.

5 Die Rückwand mit ihren Ausschnitten

6 Die Rückwand testweise am Case

Wall-Es Welt in 3D (Spezialeffekte 2)

10 Im nächsten Schritt kümmerten wir uns um die Augen. Die groben Außenformen hatten wir bereits aus MDF ausgeschnitten, sodass wir uns nur noch um die Pupillen kümmern mussten. Als Pupillen für die Augen verwenden wir zwei Webcams aus dem Hause Logitech, die aufgrund ihrer Form perfekt für unser Vorhaben geeignet waren.

Beide Kameras wurden mittels eines speziellen Treibers gekoppelt und liefern so ein kombiniertes 3D-Bild aus der Sicht unseres Wall-E. Doch bevor es an den Einbau der Kameras gehen konnte, mussten wir noch kleinere Änderungen an den vorbereiteten Augen vornehmen, da wir ursprünglich auf die Technik in den Augen hatten verzichten wollen.

Mithilfe eines Topfbohrers bohrten wir also zunächst zwei große Löcher in die Augen.

Zudem mussten die Cams farblich noch leicht angepasst werden, was aber mit der Airbrush-Pistole zügig erledigt war.

1 Als Pupille für Wall-Es Augen kommen zwei Webcams zum Einsatz, die über einen speziellen Treiber ein 3D-Bild erzeugen.

2 Nachdem das Auge vorbereitet war, setzten wir die Kamera testweise ein.

3 Anschließend wurden beide Cams fertig lackiert und im Auge befestigt.

Hardware

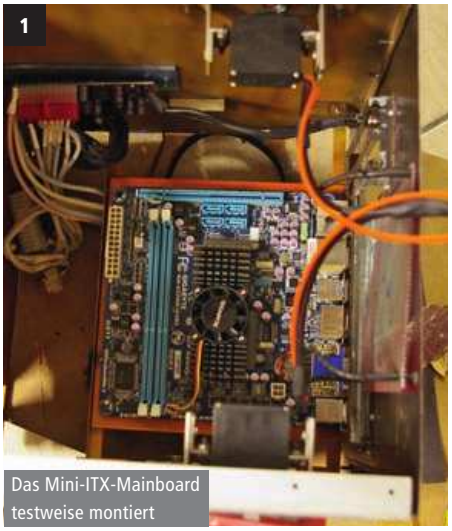
11 Nachdem die Augen so weit vorbereitet waren, konnten wir uns darauf konzentrieren, die Hardware einzubauen beziehungsweise das Case auf den Hardware-Einbau vorzubereiten.

Um die HDD und SDD montieren zu können, mussten wir noch einige Befestigungslöcher in die Seitenteile bohren. Gleichzeitig setzten wir die Löcher für den DC/DC-Wandler, der ebenfalls an einem Seitenteil befestigt werden sollte.

Für das DVD-Laufwerk musste erst noch ein Ausschnitt in die Front geschnitten werden, weshalb wir zuerst die Position grob festlegten. Danach schnitten wir mit dem Dremel einen passenden Ausschnitt hinein. Zur Befestigung des Laufwerkes haben wir einen kleinen Laufwerkskäfig aufgezeichnet, mit der Blechschere ausgeschnitten und anschließend zurechtgekantet. Dieser konnte anschließend an der Front vernietet oder verschraubt werden.

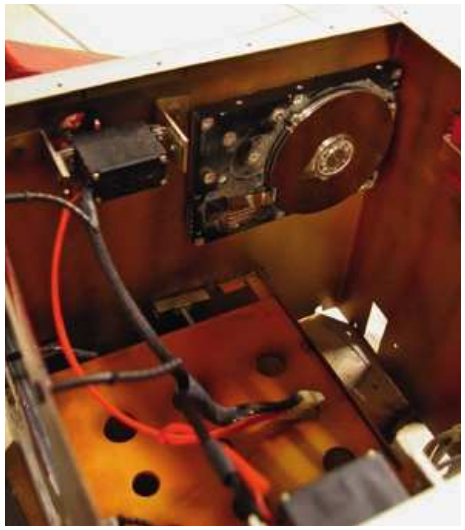
Das Mainboard, das uns freundlicherweise von Gigabyte zur Verfügung gestellt wurde, musste in der Zwischenzeit noch mal Probe sitzen, damit wir überprüfen konnten, ob auch alle Ausschnitte in der Rückwand passten, und es später keine Platzprobleme geben würde.

Abschließend haben wir noch einen Lüfter für die Rückwand herausgesucht, die Position auf der Rückwand aufgezeichnet und ein passendes Blowhole in die Basiskonstruktion des Wall-E hineingeschnitten. ▷



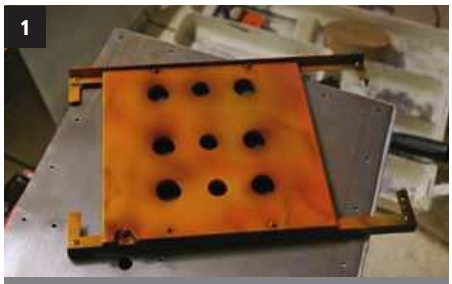
1 Das Mini-ITX-Mainboard testweise montiert

2 Die Befestigungslöcher für HDD bzw. SSD wurden ins Case gebohrt.



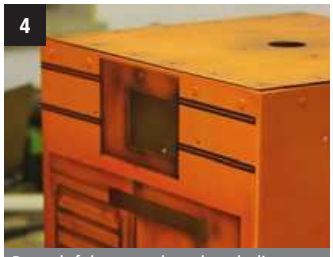
Lackierung und Detailarbeiten

12 Da in der Zwischenzeit alles vorbereitet war, konnten wir langsam mit der Lackierung des Cases beginnen. Natürlich fielen uns auch dabei immer wieder kleine Änderungen ein, die wir dann auch zum Teil noch umsetzen wollten. Für die Laufrollen haben wir zum Beispiel noch einige Zahnräder aus etwas Styrodur ausgeschnitten, die wir anschließend auf den MDF-Rollen verklebten, um diesen eine passende Optik zu verleihen. Für den Innenraum bzw. die beiden Servos, die die Arme bewegen, haben wir Abdeckungen aus zwei Blechstreifen zurechtgekantet, damit diese nicht mehr auf den ersten Blick ins Auge fallen, wenn das Case geöffnet wird. Zur Bewegung der Frontklappe brachten wir schließlich noch einen weiteren Servo zum Einsatz. Aber dann war es wirklich so weit: Das Case wurde fertig lackiert und wir konnten zum Schluss zu einer ersten Outdoor-Testfahrt aufbrechen. *(thechoozen)*


1 Angefangen haben wir die Lackierung mit der Mainbase und der Innenseite des Gehäuses.

2 Danach haben wir das Gitter für das Blowhole in der Rückwand fertig lackiert.

3 Anschließend ging es mit der Lackierung der Arme weiter, bevor dann die Außenseite des Gehäuses orangefarben lackiert wurde.

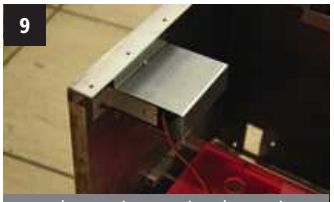

4 Danach folgten nach und nach die Detailarbeiten …

5 … um abschließend einige Verwitterungseffekte darüberzulegen.

6 Für die Antriebsrollen schnitten wir einige Styrodur-Zahnräder aus.

7 Die Zahnräder mussten ebenfalls noch lackiert werden.

8 Für die Servos im Inneren wurden einige Abdeckungen hergestellt …


9 … und testweise montiert, bevor sie ebenfalls Farbe bekommen konnten.

10 Ein Laufwerkskäfig für ein DVD-Laufwerk wurde zurechtgekantet.

11 Auch die Rückseite der Augen wurde um weitere Details erweitert.

12 Danach haben wir natürlich auch die Hinterseiten der Augen lackiert …

13 … damit die Augen anschließend fertiggestellt werden konnten.

14 Schließlich durfte unser Wall-E in einem ersten Outdoor-Einsatz zeigen, was er kann, und entpuppte sich wie sein Vorbild als Blumenfreund.

VOLLVERSIONS SOFTWARE GRATIS!

Ihr persönliches Ashampoo® Geschenk

Wählen Sie aus vielen hochwertigen Ashampoo-Vollversionen Ihre Wunsch-Programme – absolut kostenfrei, sofort und garantiert ohne Verpflichtung!

www.ashampoo.de/Geschenk

Geben Sie auf der Seite einfach
Ihren persönlichen Download-Code **„ASH-2011“** ein
und schalten Sie damit den Zugang zu Ihren Geschenken frei!

Werden Sie Fan von Ashampoo auf Facebook unter:
facebook.com/Ashampoo

PALIT®
www.palit.biz

NVIDIA®

Der Testsieger!

PALIT 3D GRAPHICS ENGINE

Bis zu 9% mehr Leistung

GeForce GTX 560Ti Sonic 1024MB

Overclocking Edition SONIC

Das sagen die Magazine:

- unglaubliches Overclocking
- leise eigene Kühllösung
- großartiges Preis-/Leistungtsverhältnis
- kompakte Größe für alle Gehäuse

GeForce GTX 560Ti Series					
Palit GeForce GTX 560 Ti Sonic	1024MB	256bit	GDDR5	Dual DVI / VGA / HDMI
Palit GeForce GTX 560 Ti	2048MB	256bit	GDDR5	Dual DVI / VGA / HDMI
Palit GeForce GTX 560 Ti	1024MB	256bit	GDDR5	Dual DVI / VGA / HDMI

GeForce GTX 560 Series				
Palit GeForce GTX 560 Sonic Platinum	1024MB	256bit	GDDR5	DVI / VGA / HDMI
Palit GeForce GTX 560	2048MB	256bit	GDDR5	Dual DVI / VGA / HDMI
Palit GeForce GTX 560	1024MB	256bit	GDDR5	DVI / VGA / HDMI

Weitere Informationen und Kontakt: www.palit.de / +49-2154-498860